



TUGAS AKHIR - TF 141581

**IDENTIFIKASI SISTEM PADA MODUL - PV
MENGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO-
FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)**

**FENDI TRI PRASOJO
NRP. 2413 100 033**

**Dosen Pembimbing :
Ir.Matradji,M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - TF 141581

***IDENTIFICATION SYSTEM ON MODULE - PV USING
ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM
(ANFIS) METHOD***

**FENDI TRI PRASOJO
NRP. 2413 100 033**

**Supervisor :
Ir. Matradji, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty Of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fendi Tri Prasajo

NRP : 2413100033

Departemen / Prodi : Teknik Fisika / SI Teknik Fisika

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Identifikasi Sistem Pada Modul PV menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System" adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Juli 2017
Yang membuat pernyataan,



Fendi Tri Prasajo
NRP. 2413100033

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TUGAS AKHIR
"IDENTIFIKASI SISTEM PADA MODUL - PV
MENGGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO-*
***FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)* "**

Oleh :
FENDI TRI PRASOJO
NRP. 2413 100 033

Surabaya, Juli 2017
Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Matradji, M.Sc.
NIP: 19560720 198503 1 003



Halaman ini sengaja dikosongkan”

**"IDENTIFIKASI SISTEM PADA MODUL - PV
MENGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO-
FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) "**


TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FENDI TRI PRASOJO
NRP. 2413 100 033

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------------|
| 1. Ir. Matradji, MSc |  | (Pembimbing) |
| 2. Dr. Ir. Ali Musyafa', MSc |  | (Ketua penguji) |
| 3. Ir. Jerri Susatio, MT |  | (Penguji I) |

SURABAYA
Juli, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan”

IDENTIFIKASI SISTEM PADA MODUL - PV MENGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO- FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)

Nama Mahasiswa : Fendi Tri Prasajo
NRP : 2413 100 033
Departemen : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Ir. Matradji, MSc

ABSTRAK

Indonesia sebagai wilayah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar, maka dari itu sangat cocok jika teknologi PLTS di terapkan di Negara tropis seperti Indonesia. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (*photovoltaic cells*) adalah divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Agar pemanfaatan energy surya tersebut efektif maka di perlukan sebuah photovoltaic yang memiliki efesinesi yang baik. Untuk mendapatkan profil efesiensi PV (*photovoltaic*) tidak lepas dari kajian tentang identifikasi parameter dan pemodelan PV. Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai pemodelan PV (Photovoltaik) dengan menggunakan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). ANFIS adalah suatu metode pembelajaran yang menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk mengimplementasikan system inferensi fuzzy. Dengan menggunakan pembelajaran melalui ANFIS di dapatkan untuk MSE hasil training data sebesar 0.000646006 dan RMSE 0.02541665 dari hasil tersebut dilakukan validasi dengan dua kondisi yaitu pada saat mendung di peroleh nilai MSE 0.136 dan RMSE 0.363 dan pada saat kondisi panas di peroleh MSE 0.0041 dan RMSE 0.202.

Kata kunci : PV, ANFIS, MSE (Mean Squared Error)

Halaman ini sengaja dikosongkan”

IDENTIFICATION SYSTEM ON MODULE - PV USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) METHOD

Name : Fendi Tri Prasajo
Student Number : 2413 100 033
Department : Engineering Physics
Supervisor : Ir. Matradji, MSc

ABSTRACT

Indonesian as a tropical region has enormous solar energy potential, therefore it is suitable if PLTS technology is applied in tropical countries like Indonesia. PLTS or better known as solar cells (photovoltaic cells) is a device capable of converting direct sunlight into electricity. In order for the utilization of solar energy is effective then in need of a photovoltaic that has good efficiency. To obtain a profile of PV efficiency (photovoltaic) can not be separated from the study of parameter identification and PV modeling. In this final project will discuss about PV modeling (Photovoltaics) by using ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). ANFIS is a learning method that uses artificial neural network to implement fuzzy inference system. By using learning through ANFIS in get for MSE result of training data equal to 0.000646006 and RMSE 0.02541665 from the result is validation with two condition that is at the time of cloudy in get value of MSE 0.136 and RMSE 0.363 and at hot condition got MSE 0.0041 and RMSE 0.202.

Keyword : PV, ANFIS, MSE (Mean Squared Error)

Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, rasa syukur atas segala limpahan rahmat, kesehatan, keselamatan, dan ilmu yang Allah SWT berikan kepada penulis hingga mampu menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul:

IDENTIFIKASI SISTEM PADA MODUL - PV MENGUNAKAN METODE *ADAPTIVE NEURO- FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, tidak terlepas darisemua pihak yang turut membantu baik moril maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang selalu senantiasa memberikan doa , dukungan, dan perhatian kepada penulis.
2. Bapak Agus Muhammad Hatta, ST, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS
3. Bapak Ir. Matraji, MSc , selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, memberikan waktu, saran dan kritiknya.
4. Bapak Ir. Tutug Dhanardono selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
5. Teman-teman Teknik Fisika Angkatan 2013, teman-teman Asisten Laboratorium Pengukuran Fisi, dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat dengan sebaik-baiknya. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak, khususnya untuk kemajuan industri di Indonesia.

Surabaya, 26 juli 2017
Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR NOTASI.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Laporan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Fotovoltaik.....	5
2.1.1 Modul Fotovoltaik atau <i>Array Module</i>	5
2.2 Radiasi Matahari.....	6
2.2.2 Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi.....	7
2.3 Metode <i>Fuzzy</i>	8
2.4 Metode Jaringan Saraf Tiruan.....	9
2.5 Metode <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i>	11
BAB III.....	15
METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Diagram Alir.....	15
3.2 Perumusan masalah.....	16
3.3 Studi Literatur.....	16
3.4 Rancangan Penelitian.....	16
3.5 Penetapan Variabel Penelitian.....	21
3.6 Pengambilan Data.....	21

3.7 Pengolahan data	22
3.8 Perancangan ANFIS.....	25
3.9 Validasi data	28
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Analisa Percobaan.....	29
4.1.1. Percobaan 1 (P1)	30
4.1.2. Percobaan 2 (P2)	33
4.1.3. Percobaan 3 (P3)	35
4.1.4. Percobaan 4 (P4)	37
4.1.5. Percobaan 5 (P5)	40
4.1.6. Percobaan 6 (P6)	42
4.2 Validasi	46
4.2 Pembahasan.....	48
BAB V.....	51
PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hirarki Fotovoltaik.....	6
Gambar 2.2 pemetaan input output.....	8
Gambar 2.3 skema dasar Fuzzy logic.....	9
Gambar 2.4 Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan.....	10
Gambar 2.5 Struktur ANFIS.....	12
Gambar 3. 2 diagram alir penelitian.....	16
Gambar 3.2 proses pengambilan data.....	21
Gambar 3.3 Diagram blog pemodelan dengan ANFIS.....	26
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan model P1 dengan Data real P1.....	32
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan model P2 dengan data real P2.....	34
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan model P3 dengan data real P3.....	37
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan model P4 dengan data real P4.....	39
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan model P5 dengan data real P5.....	41
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan model P5 dengan data real P5.....	43
Gambar 4. 7 Membersip Function Input P6.....	45
Gambar 4. 3 surface strukture ANFIS P6.....	46
Gambar 4. 4 Validasi model pada kondisi mayoritas mendung.....	47
Gambar 4.5 Validasi model pada kondisi mayoritas panas.....	48

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Photovoltaic	17
Tabel 3. 2 Spesifikasi pyranometer	18
Tabel 3. 3 Spesifikasi anemometer	19
Tabel 3. 4 Spesifikasi RH meter	19
Tabel 3. 5 SpesifikasiThermometer.....	20
Tabel 3. 6 Variabel yang akan di ambil	21
Tabel 3. 7 Informasi titik pengambilan data eksperimen.....	21
Tabel 3. 8 Contoh Data Hasil Pengukuran pada Excel.....	23
Tabel 3. 9 Normalisasi Data	24
Tabel 3. 10 tabel actual dan prediksi output.....	27
tabel 4. 1 Jenis percobaan menggunakan ANFIS	30
tabel 4. 2 Percobaan 1.....	31
tabel 4. 3 Percobaan 2.....	33
tabel 4. 4 percobaan 3.....	35
tabel 4. 5 percobaan 4.....	38
tabel 4. 6 percobaan 5.....	40
Tabel 4. 7 percobaan 6.....	42
tabel 4. 8 Perbandingan nilai MSE dan RMSE P1 – P6.....	44
tabel 4. 9 Nilai MSE dan RMSE hasil validasi model.....	47

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR NOTASI

n : Jumlah Data
 Y_t : Nilai Aktual Indeks
 Y'_t : Nilai Prediksi Indeks
MSE : Mean Squared Error
RMSE : Root Mean Squared Error
 μ_{Ai}, μ_{Bi-2} : Fungsi keanggotaan masing masing simpul
T: suhu PV
Rh : Kelembapan
Ir : irradiant
V : kecepatan angin
 P_i, r_i, s_i, t_i : Parameter Konsekuen ANFIS
Wi : Weight
mf : Membership function
I : arus
V : tegangan
O : output
PV : Photovoltaic

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matahari adalah sumber energi terbarukan yang memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Sumber energy tersebut di dapatkan dari hasil pancaran radiasi matahari yang merambat sampai ke permukaan bumi. Pemilihan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan ini mengingat bahwa suplai energy yang di hasilkan dari radiasi sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule . walaupun energi matahari yang di terima oleh bumi hanya sekitar 1kW/m^2 , Tetapi energi matahari masih mampu untuk mencukupi 10.000 kali kebutuhan energi di bumi jika energi matahari mampu dimanfaatkan di seluruh permukaan bumi. Melihat hal di atas maka penggunaan energy matahari sangat efektif terutama pada daerah yang beriklim tropis seperti Indonesia, Karena mendapatkan penyinaran matahari lebih di banding dengan Negara lain. [15]

Indonesia sebagai wilayah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata $4,5\text{--}4,8 \text{ KWh/m}^2 / \text{hari}$ [15]. Melihat sumber energy matahari yang sangt melimpah tersebut perlu di adakan salah satu upaya pengembangan di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (*photovoltaic cells*) adalah divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Maka dari itu untuk memaksimalkan keluaran dari pada photovoltaic di perlukan modul PV yang memiliki efisiensi yang baik.

Untuk mendapatkan profil efesiensi PV (*photovoltaic*) tidak lepas dari kajian tentang identifikasi parmeter dan pemodelan PV. Penelitian mengenai Identifikasi PV telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya, baik melalui pendekatan analitik dan non analitik. Pendekatan analitik adalah metode penyelesaian model matematika dengan

rumus-rumus aljabar yang sudah baku, oleh karena itu diperlukan model pendekatan secara matematis yang akurat pada modul PV. Adapun penelitian dengan menggunakan metode analitik ini pernah dilakukan oleh Mboumboue, E., & Njomo, D. (2013) dengan judul). *Mathematical Modeling and Digital Simulation of PV Solar Panel using MATLAB Software*. Dari penelitian tersebut pemodelan bergantung pada variabel input berupa radiasi dan suhu [7] . Untuk pendekatan non analitik yaitu dengan cara mengetahui profil dari PV dengan melakukan pendekatan pasangan input-output data yang di dapat dari sebuah eksperimen PV. Adapun penelitian dengan menggunakan metode non analitik pernah dilakukan oleh Renno. C ,Petito. F, A. Gatto pada tahun 2015 dengan judul “ *Artificial neural network models for predicting the solar radiation as input of a concentrating photovoltaic system*”. Pada penelitian ini menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dan di dapatkan RMSE sebesar 3.15 % [12]. Namun Salah satu permasalahan utama pada Jaringan Syaraf Tiruan yaitu proses pelatihan yang lama (pembentukan model jaringan), oleh sebab itu pemilihan konfigurasi jaringan (jumlah lapis tersembunyi (*hidden*), neuron, nilai momentum, learning-rate, fungsi aktivasi) yang tepat diperlukan untuk mempercepat proses pelatihan [5]. Pada tugas akhir ini menggunakan metode ANFIS yaitu jaringan saraf tiruan yang di integrasikan dengan sistem *fuzzy* .yang akan membahas mengenai identifikasi parameter dan pemodelan PV melalui pendekatan non analitik yaitu berdasarkan pendekatan pasangan data input – output menggunakan metode ANFIS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Berapa jumlah pasangan variabel input yang menghasilkan struktur ANFIS terbaik ?
- b. Bagaimana pengaruh variasi input terhadap output ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan permasalahan maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui jumlah variabel input yang menghasilkan struktur ANFIS terbaik.
- b. Untuk mengetahui pengaruh dari variasi input terhadap output.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

- a. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode anfis pada matlab
- b. Variable input yang di gunakan yaitu intensitas radiasi, suhu, kelembapan, kecepatan angin. Dan Variabel output yang dihasilkan berupa arus dan tegangan dari PV .
- c. PV yang di gunakan adalah PV dengan solar cell tipe TN-20N dengan kapasitas daya 20 Wp.
- d. Data data yang digunakan adalah data yang diambil dari eksperimen.
- e. Tidak membahas tentang konsumsi daya sistem elektrik
- f. Tidak membahas sampai sistem penyimpanan listrik

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:

- a. BAB I PENDAHULUAN
Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.
- b. BAB II TEORI PENUNJANG
Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, seperti teori pemodelan dinamika kapal dan pengendalian PID.

c. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab III ini berisi mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam penelitian.

d. **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab IV ini berisi tentang data hasil penelitian dari simulasi kendali PID dan analisis gaya dorong kapal *tugboat* yang dibutuhkan untuk membantu mengatasi *error* lintasan pada sistem *autotracking* kapal LNG.

e. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan tugas akhir selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fotovoltaik

Sel fotovoltaik diproduksi dari *silicon (Si)*, *gallium arsenide (GaAs)*, *copper indium diselenide (CIS)*, *cadmium telluride (CdTe)* dengan beberapa material lainnya. Sel fotovoltaik adalah elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek fotovoltaik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik tanpa elemen mekanis dan tanpa memakai bahan bakar. Perbedaan tegangan pada terminal sel fotovoltaik akan menyebabkan elektron pada pita konduksi bergerak. Elektron yang bergerak inilah yang disebut sebagai arus listrik

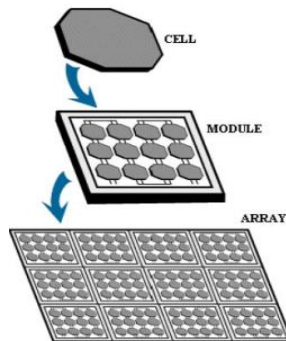
Cara kerja sel fotovoltaik identik dengan piranti semikonduktor dioda atau dapat disebut *p-n junction*. Foton-foton yang merupakan partikel cahaya bersentuhan sel surya dan menabrak elektron. Foton yang mempunyai energi lebih tinggi dibanding band gap energi dari material PV dapat membuat elektron didalam material lepas dari atom yang menahannya dan membuat lubang elektron. lalu elektron akan kembali lagi dengan sifat *charge carriers* telah hilang.

Ketika terdapat didekat medan listrik elektron secara terus menerus akan mendekat pada medan listrik tersebut sehingga menghasilkan listrik [7]

2.1.1 Modul Fotovoltaik atau Array Module

Sistem fotovoltaik dibangun dari modul yang didalamnya terdapat banyak sel fotovoltaik tersusun secara seri dan parallel. Daya yang diproduksi dari *single diode* kurang terpenuhi untuk digunakan secara komersial, maka modul dihubungkan menjadi *array* untuk dapat mensuplai beban. Hubungan modul dalam *array* sama dengan sel yang didalam modul. Modul dapat juga ditata secara seri untuk mendapatkan peningkatan voltase atau parallel untuk menghasilkan penurunan arus [7]. Untuk

lebih jelasnya perbedaan antara sel, modul dan array dapat dilihat pada Gambar 9.2



Gambar 2.1 Hirarki Fotovoltaik (Mboumboue & Njomo, 2013)

2.2 Radiasi Matahari

Radiasi adalah bagian bentuk energi yang dipancarkan oleh setiap benda yang memiliki suhu di atas nol mutlak dan disebut satu-satunya bentuk energi yang bisa menjalar di dalam vakum angkasa luar. Radiasi matahari adalah gelombang elektromagnetik yang terdiri atas medan listrik dan medan magnet. Matahari setiap menit memancarkan energi sebesar 56×10^{26} kalori. Dari energi ini bumi menerima $2,55 \times 10^{18}$ kalori atau hanya $\frac{1}{2} \times 10^9$ nya.

Intensitas radiasi matahari di luar atmosfer bumi bergantung pada jarak dari matahari dengan bumi. Tiap tahun, jarak ini bervariasi antara $1,47 \times 10^8$ km dan $1,52 \times 10^8$ km dan hasilnya besar pancaran E_0 naik turun antara 1325 W/m² sampai 1412 W/m². Nilai rata-ratanya disebut sebagai konstanta matahari dengan nilai $E_0 = 1367$ W/m².

Radiasi ini tidak akan mencapai ke permukaan bumi. Atmosfer bumi mengurangi *insolation* yang melewati pemantulan, penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen, dan karbon dioksida), serta penyebaran (disebabkan oleh molekul

udara, partikel debu atau polusi). Di cuaca yang bagus pada siang hari, pancaran bisa mencapai 1000 W/m^2 di permukaan bumi. *Insolation* terbesar terjadi pada beberapa hari-hari yang berawan dan cerah. dengan hasil dari pancaran matahari yang memantul melewati awan, maka *insolation* dapat mencapai hingga 1400 W/m^2 untuk jangka pendek. [4]

2.2.2 Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi

Ada tiga macam cara radiasi matahari sampai ke permukaan bumi, yaitu:

a. Radiasi langsung (Beam/Direct Radiation)

Adalah radiasi yang sampai ke bumi tanpa perubahan arah atau radiasi yang diterima oleh bumi dalam arah sejajar sinar datang.

b. Radiasi hambur (Diffuse Radiation)

Adalah radiasi yang mengalami perubahan akibat pemantulan dan penghamburan.

c. Radiasi total (Global Radiation)

Adalah penjumlahan radiasi langsung (direct radiation) dan radiasi hambur (diffuse radiation). Cahaya matahari pada permukaan bumi terdiri dari bagian yang langsung dan bagian yang baur. Radiasi langsung datang dari arah matahari dan memberikan bayangan yang kuat pada benda. Sebaliknya radiasi baur yang tersebar dari atas awan tidak memiliki arah yang jelas tergantung pada keadaan awan dan hari tersebut (ketinggian matahari), baik daya pancar maupun perbandingan antara radiasi langsung dan baur.

Radiasi yang dipancarkan oleh matahari ke setiap sudut di angkasa berbentuk gelombang elektromagnetik yang membawa energi dengan kecepatan cahaya. Radiasi matahari ini mengalami penyerapan, pemantulan, dan hamburan di semua lokasi penjarannya yang memasuki atmosfer bumi. Hal tersebut ditimbulkan oleh adanya banyak aktifitas seperti cuaca dan iklim. Selain radiasi matahari yang sampai ke permukaan berbeda di setiap tempat disebabkan oleh geometri bumi, jaraknya terhadap matahari, keadaan geografis, perbedaan lintang, dan bujur, dan komposisi atmosfer. [3]

Pengaruh adanya atmosfer dan unsur-unsur cuaca membuat pengurangan energi. Kombinasi proses refleksi, absorpsi (*filtering*), refraksi, menyebabkan perubahan radiasi yang sampai di permukaan bumi. Efek rotasi bumi pada porosnya juga mengakibatkan perbedaan intensitas radiasi matahari selalu berubah setiap waktunya dalam satu hari.

Radiasi global adalah jumlah radiasi langsung dan radiasi sebaran. Umumnya pengukuran radiasi global adalah jumlah radiasi di permukaan horizontal. Radiasi global mencakup keseluruhan baik gelombang panjang maupun gelombang pendek. Radiasi langsung merupakan komponen penting dari radiasi matahari global karena memberikan kontribusi yang paling banyak dalam keseimbangan energi dan jenis radiasi lain bergantung secara langsung atau tidak langsung terhadapnya.

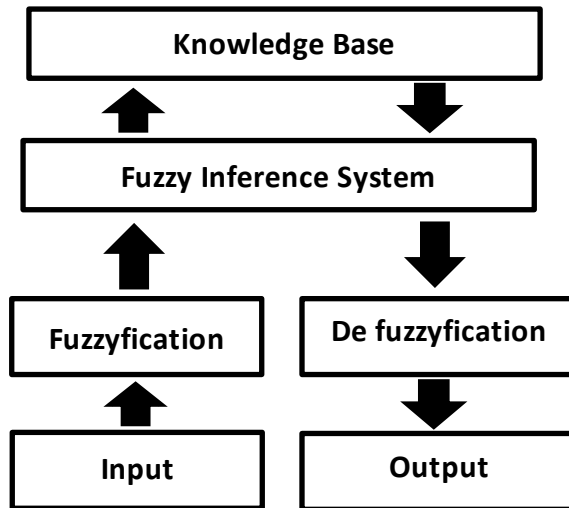
2.3 Metode Fuzzy

Metode Fuzzy disebut juga dengan metode *black box* atau kotak hitam. Logika Fuzzy adalah suatu cara untuk memetakan suatu input ke dalam output. Gambar 2 dibawah ini menggambarkan proses dari logika Fuzzy :



Gambar 2.2 pemetaan input output (muna, 2015)

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan kontinu antara 0 - 1, himpunan ini disebut himpunan samar (*Fuzzy set*). Sebagai contoh : himpunan temperatur yang akan mempengaruhi kondisi panas tidak bersifat diskrit dan dibatasi kondisi hangat. Skema dasar dari *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2.3 skema dasar Fuzzy logic (muna, 2015)

Berikut adalah beberapa pengertian dari Gambar 3 :

- Input fuzzy berupa bilangan crisp (tegas) yang dinyatakan dalam himpunan input.
- Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah bilangan crisp menjadi nilai keanggotaan dalam himpunan fuzzy.
- *Fuzzy inference system* merupakan bagian pengambilan kesimpulan (*reasoning*) dan keputusan.
- *Knowledge base* berisi aturan-aturan yang biasanya dinyatakan dengan perintah IF.... THEN....
- Defuzzification merupakan proses untuk merubah nilai output fuzzy menjadi nilai crisp.

2.4 Metode Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan pertama kali dikemukakan oleh Waren McCulloch dan Walter Pits (1943). Jaringan Syaraf Tiruan

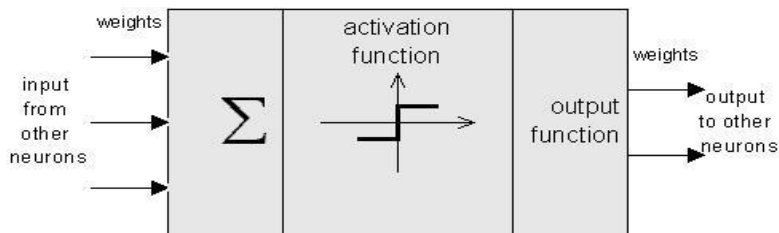
merupakan implementasi dari teknologi kecerdasan buatan (artificial intelligence). Jaringan syaraf tiruan adalah bentuk tiruan dari jaringan syaraf biologis, karena jaringan syaraf tiruan meniru cara kerja jaringan syaraf biologis. Suatu jaringan syaraf tiruan memproses sejumlah besar informasi secara paralel dan terdistribusi, hal ini terinspirasi oleh model kerja jaringan syaraf biologis [8].

Jaringan syaraf merupakan kumpulan dari sel-sel syaraf. Sel-sel syaraf (neuron) berfungsi untuk memberikan sebuah tanggapan atas sebuah rangsangan yang didapatnya. Komponen utama dari neuron adalah:

- dendrit, berfungsi untuk menerima rangsangan;
- badan sel (soma), berfungsi sebagai tempat pengolahan rangsangan;
- akson (neurit), berfungsi mengirimkan impuls-impuls ke sel syaraf lainnya.

Cara kerja JST sepeertihalnya cara kerja manusia, yaitu mempelajari melalui contoh. JST dibagi menjadi 3 lapisan, yaitu lapisan masukan (input layer), lapisan tersembunyi (hidden layer), dan lapisan keluaran (ouput layer)

Jaringan syaraf terdiri dari beberapa neuron dan terdapat hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan outputnya menuju ke neuron lain. Pada jaringan syaraf tiruan, hubungan ini dikenal dengan istilah bobot (weight). Informasi tersebut disimpan pada nilai tertentu pada bobot tersebut [8]. Gambar 2.10 menunjukkan struktur neuron jaringan syaraf tiruan.



Gambar 2.4 Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan (Rezkal, 2013)

Menurut Kusumadewi (2004) menjelaskan secara rinci mengenai prosedur kerja jaringan syaraf tiruan sebagai berikut:

- a. input berupa informasi dikirim ke neuron dengan bobot awal tertentu;
- b. input diproses dengan suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot;
- c. hasil penjumlahan dibandingkan dengan nilai ambang (threshold) tertentu;
- d. jika input lebih besar dari nilai ambang, maka neuron akan diaktifkan. Jika input tidak lebih besar dari nilai ambang, maka neuron akan dinonaktifkan;
- e. apabila neuron diaktifkan, maka neuron akan mengirimkan output ke semua neuron yang berhubungan dengannya melalui bobot-bobot outputnya.

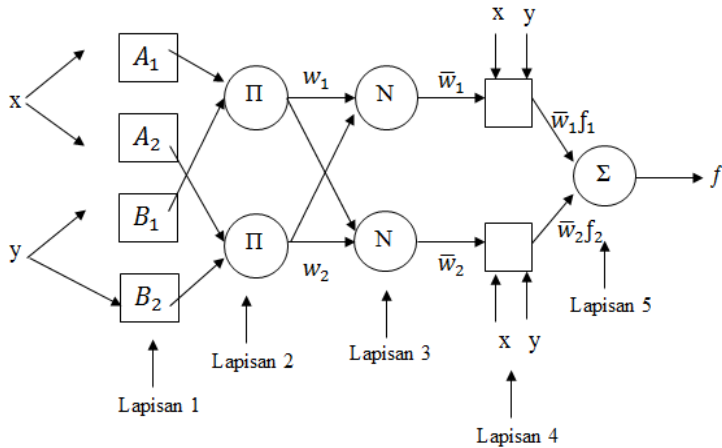
Secara sederhana JST adalah sistem yang menerima input, data proses, dan kemudian memberikan hasil output dari input yang diterima. JST memiliki keuntungan yaitu dapat digunakan untuk mengambil data, mendeteksi tren, dan juga dapat memprediksi pola yang tidak diberikan selama pelatihan yang disebut dengan generalisasi [5].

2.5 Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

ANFIS adalah singkatan dari *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*. Dari kata-kata penyusunnya, ANFIS dapat diartikan sebagai sistem inferensi *fuzzy* berbasis jaringan saraf *adaptif*.

ANFIS merupakan sistem inferensi *fuzzy* yang diimplementasikan dalam jaringan *adaptif*. Pembelajaran ANFIS dapat menggunakan algoritma perambatan balik atau algoritma *hybrid*. Algoritma *hybrid* adalah gabungan antara algoritma perambatan balik dengan metode kuadrat terkecil (*Least Squares Estimate*). Metode kuadrat terkecil digunakan untuk menentukan parameter konsekuensi, sedangkan perambatan balik digunakan untuk memperbaharui bobot premis.

Berikut merupakan gambar struktur ANFIS yang menggambarkan sistem *fuzzy* Takagi Sugeno Kang :



Gambar 2.5 Struktur ANFIS (Santoso ,2016)

Gambar diatas terlihat bahwa sistem *neuro-fuzzy* terdiri dari lima lapisan. Tiap lapisan terdiri dari beberapa simpul yang dilambangkan dengan lingkaran atau kotak. Lambang kotak menyatakan simpul *adaptif* yang nilai parameternya bisa berubah berdasarkan pembelajaran dan lingkaran menyatakan simpul *nonadaptif* dimana nilainya tidak berubah.

Lapisan 1. Pada lapisan ini terdapat simpul *adaptif* yang nilai parameternya dapat berubah dengan pembelajaran. Fungsi simpulnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} O_{1,i} &= \mu_{A_i}(x), \text{ untuk } i = 1, 2, \text{ atau} \\ O_{1,i} &= \mu_{B_{i-2}}(y), \text{ untuk } i = 3, 4 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Variabel x dan y adalah masukan simpul i , A_i atau B_{i-2} merupakan fungsi dari keanggotaan masing-masing simpul. Simpul $O_{1,i}$ menyatakan derajat keanggotaan pada tiap masukan terhadap himpunan *fuzzy* A dan *fuzzy* B . Fungsi keanggotaan yang biasa dipakai pada umumnya adalah jenis *generalized bell* (gbell). Parameter a , b , c , pada fungsi keanggotaan gbell disebut sebagai

parameter premis yang *adaptif* atau dapat berubah.

Lapisan 2. Pada lapisan ini terdapat simpul *nonadaptif* yang nilai parameternya tetap. Fungsi dari simpul ini adalah sebagai perkalian setiap sinyal *input*. Fungsi simpulnya adalah sebagai berikut :

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{Ai}(x) \cdot \mu_{Bi-2}(y), \text{ untuk } i = 1, 2 \quad (2.2)$$

Output simpul ini menyatakan derajat pengaktifan untuk setiap *rule* (aturan) *fuzzy*. Semakin banyak fungsi atau simpul, maka semakin banyak pula *rule* (aturan) *fuzzy* yang akan dibentuk.

Lapisan 3. Simpul yang ada pada lapisan ini merupakan simpul *nonadaptif* yang dapat menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi (*normalized firing strength*) yaitu *rasio* keluaran simpul ke-*i* pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, Fungsi simpulnya adalah sebagai berikut :

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \text{ untuk } i = 1, 2 \quad (2.3)$$

Jika dibentuk lebih dari dua aturan, maka fungsi dapat diperluas dengan cara membagi w_i dengan total w untuk semua aturan.

Lapisan 4. Pada lapisan ini, semua simpulnya adalah *adaptif* dengan derajat pengaktifan ternormalisasi dari lapisan 3. Fungsi simpulnya adalah sebagai berikut :

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (2.4)$$

Nilai parameter p, q, r menyatakan parameter konsekuen yang *adaptif* berdasarkan keluaran dari lapisan 3.

Lapisan 5. Pada lapisan ini hanya terdapat satu simpul *nonadaptif* dengan fungsi untuk menjumlahkan semua *input*. Fungsi simpulnya adalah sebagai berikut :

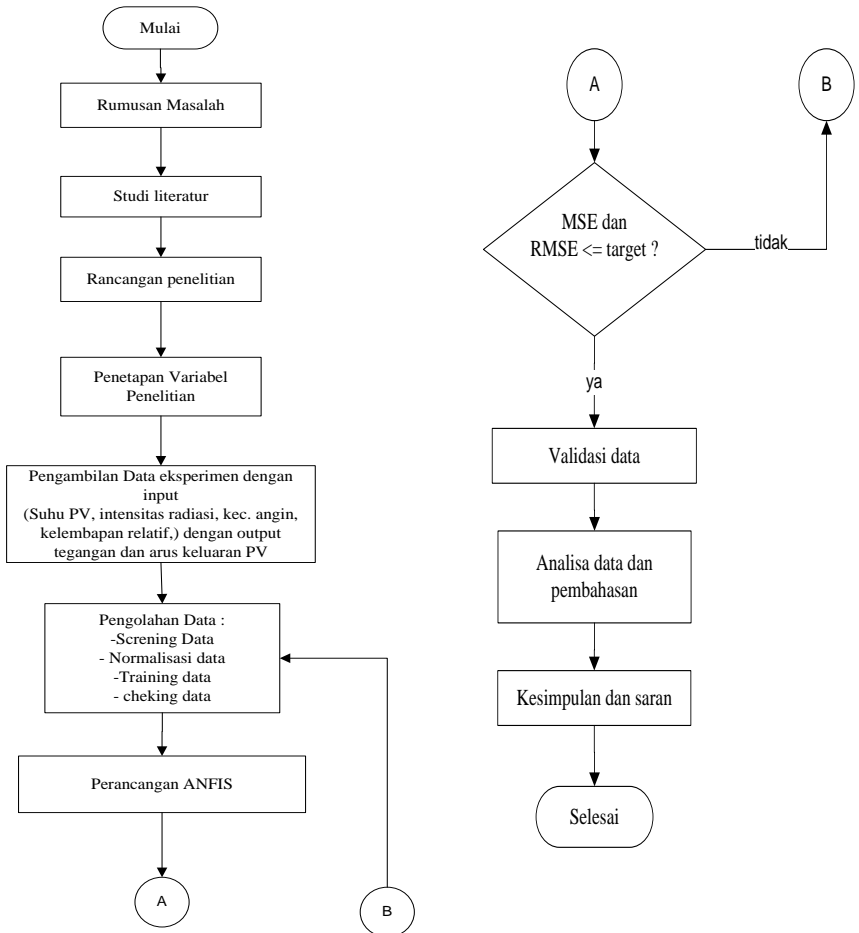
$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (2.5)$$

Kelima lapisan diatas ekivalen dengan sistem *inferensi fuzzy*
Takagi-Sugeno

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini, terdapat beberapa tahapan. Berikut merupakan diagram Alir (tahapan) dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3. 1 diagram alir penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahapan yang ada dalam diagram alir pada Gambar 3.1.

3.2 Perumusan masalah

Pada perumusan masalah ini berisi suatu masalah yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Adapun masalahnya yaitu mengenai efisiensi PV. Untuk mendapatkan profil efisiensi PV (*photovoltaic*) tidak lepas dari kajian tentang identifikasi parameter dan pemodelan PV. Penelitian mengenai Identifikasi PV telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya, baik melalui pendekatan analitik dan non analitik. Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai pemodelan PV secara non analitik dengan menggunakan metode (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) ANFIS. Dengan mengetahui pengaruh variabel Input dan output pada PV.

3.3 Studi Literatur

Studi Literatur ini merupakan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan komponen – komponen tugas akhir. Selain itu dalam tahapan ini, akan dilakukan pembentukan konsep yang jelas untuk pengerjaan tugas akhir. Dalam studi literatur ini akan memahami bagaimana prinsip kerja solar cell, mempelajari tentang metode ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) dan mempelajari mengenai fuzzy, selain itu juga memahami beberapa jurnal internasional mengenai penerapan pendekatan non analitik untuk mengidentifikasi model PV.

3.4 Rancangan Penelitian


Pada bagian ini membahas mengenai rancangan penelitian yang akan dilakukan seperti halnya menentukan Spesifikasi Sistem PV yang di gunakan, selain itu juga menentukan beberapa variabel yang ingin di ambil datanya dll serta alat ukur apa saja yang akan di pakai saat pengambilan data beserta spesifikasinya. Adapun untuk spesifikasi PV dan alat

ukur yang akan di gunakan untuk pengambilan data pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- **Spesifikasi Photovoltaic**

Pada pengambilan data ini adapun untuk PV yang di gunakan adalah jenis solar cell tipe TN-20M. dan berikut adalah spesifikasinya

Tabel 3. 1 Spesifikasi Photovoltaic

No	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
1	<i>Model</i>	TN-20 M	
2	<i>Maximum Power (Wp)</i>	20 Watt	
3	<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	21,5 Volt	
4	<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	1,25 A	
5	<i>Maximum Power Voltage (Vmp)</i>	17,2 Volt	
6	<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	1,16 A	
7	<i>Working Temperature</i>	-40 °C to 85 °C	
8	<i>Tolerance</i>	±5%	
9	<i>Maximum sistem voltage</i>	1000V DC	
10	<i>Standard test condition</i>	1000w/m2, Module Temperature 25°C	


- **Spesifikasi alat ukur**

Pada proses pengambilan data secara langsung selain menggunakan PV juga menggunakan alat ukur pendukung yaitu pyranometer, thermometer, anemometer, RH meter, dan multimeter. Adapun untuk penjelasannya sebagai berikut:

a. Pyranometer

Adapun untuk pengambilan data Tugas akhir radiasi matahari ini menggunakan pyranometer CMP 3. Adapun untuk spesifikasi pyranometer CMP 3 sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi pyranometer


NO	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
1	Measuring range	0 - 2000 W/m ²	
2	Sensitivity	5 - 20 μ V/W/m ²	
3	Spectral range	0,31 - 2,8 μ m	
4	Non-linearity	2,5 % (0 - 1000 W/m ²)	
5	Internal resistance	20 - 200 Ohm	
6	Time constant	18s	
7	Sensor type	64 Thermocouples	
8	Ambient temp	- 40 - + 80°C	
9	Dimensions	Ø 110 x 68 mm	
10	Weight	0,35 kg	

b. Anemometer

Pengambilan data Tugas akhir kecepatan angin ini menggunakan lutron air flow anemometer AM-4206.

Adapun untuk spesifikasi anemometer AM-4206 sebagai berikut:


Tabel 3. 3 Spesifikasi anemometer

NO	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
1	Air flow	CMM ($\text{m}^3/\text{min.}$) and CFM ($\text{ft}^3/\text{min.}$)	
2	Air velocity	0.4 to 25.0 m/s	
3	Size	180 x 72 x 32 mm	

c. RH meter

Pengambilan data Tugas akhir kelembapan (RH) ini menggunakan humidity lutron meter type HT-3015. Adapun untuk spesifikasi RH meter type HT-3015 sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Spesifikasi RH meter


NO	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
1	Display	LCD size : 61 mm x 35 mm dual function LCD display.	
2	Waktu Respon	5 – 30s	
3	Waktu Sampling	Approx. 0.8 second	
4	Power Supply	006P DC 9V battery	
5	Power Current	Approx. DC 4.6 mA.	
6	Dimensi	180 x 72 x 32 mm	
7	Akurasi	$\geq 70\% \text{ RH} : + (3\% \text{ reading} + 1\% \text{ RH}).$ $< 70\% \text{ RH} : \pm 3\% \text{ RH}.$	
8	Resolusi	0.01 % R.H.	

NO	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
9	range	10 % to 95 % R.H.	
10	Weight	306 g/0.67 LB.	

d. Thermometer

pengambilan data suhu PV Tugas akhir ini menggunakan alat ukur thermometer type fluxe CNX 3000. Adapun untuk spesifikasi fluxe CNX 3000 sebagai berikut:

Tabel 3. 5 SpesifikasiThermometer

NO	Keterangan	Spesifikasi	Gambar
1	Maximum voltage between any terminal and earth ground	1000 V DC or AC RMS	
2	Display (LCD)	Update rate: 4/sec Volts, amps, ohms: 6000 counts Frequency: 10,000 counts Capacitance: 1,000 counts	
3	Temperature	Operating: -10 °C to 50 °C Storage: -40 °C to 60 °C	
4	Size (H x W x L)	4.75 cm x 9.3 cm x 20.7 cm (1.87 in x 3.68 in x 8.14 in)	
5	Ω fuse protection from A inputs	.44 A (44/100 A, 440 mA), 1000 V FAST Fuse, Fluke specified part only	

3.5 Penetapan Variabel Penelitian

Pada penetapan Variabel ini yaitu memilih variable input serta output yang akan di gunakan pada proses pengambilan data. Adapun untuk variable yang di gunakan adalah sebagai berikut

Tabel 3. 6 Variabel yang akan di ambil

Variabel Input	Satuan	Variabel Output	Satuan
Radiasi Matahari	Watt/m ²	Arus keluaran PV	A (Ampere)
Suhu PV	°C	Tegangan Keluaran PV	V (Volt)
Kelembapan	%		
Kecepatan Angin	m/s ²		

3.6 Pengambilan Data

Pada bagian ini yaitu mengumpulkan data pengukuran yang dilakukan secara real time dengan menggunakan solar cell tipe TN-20M untuk diambil data output PV berupa arus dan tegangan, serta bersamaan itu juga mengambil data input berupa intensitas radiasi matahari, suhu PV, kelembapan, dan kecepatan angin. Adapun informasi posisi pengambilan data adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 7 Informasi titik pengambilan data eksperimen

Nama Tempat	“Venus” atau lt.3 Laboratorium Fisika Rekayasa-Teknik Fisika ITS
Posisi Lintang	7,3°LS
Posisi Bujur	112,8°BT
Ketinggian dari permukaan laut	7 meter atau 23 ft
Kondisi	Terbuka dan tidak terhalang dinding

Tempat tersebut dipilih karena memiliki permukaan yang bidang dan tidak banyak benda tinggi yang menghalangi, seperti pepohonan dan bangunan bertingkat sehingga tidak menghalangi Pyranometer dalam mengukur radiasi matahari. Selain itu, diperlukan ketinggian yang dirasa cukup agar angin tidak terhalang oleh bangunan lain. Adapun pengambilan data dilakukan dengan selang waktu 5 menit. Dimulai pukul 06.00 - 17.30. Pada proses pengambilan data ini harus serentak pada tiap 5 menitnya. Berupa data intensitas radiasi matahari, suhu PV, kelembapan, kecepatan angin, Bersamaan dengan itu maka di ukur pula arus serta tegangan hasil keluaran dari solar cell tipe TN-20M.. Dan untuk gambar proses pengambilan data sebagai berikut :



Gambar 3.2 proses pengambilan data

3.7 Pengolahan data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang di dapatkan melalui pengambilan data secara langsung di jurusan teknik fisika lantai 2 . Data yang digunakan berupa data radiasi matahari (W/m^2), temperatur PV ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan relatif (%), kecepatan angin (m/s), dan Arus serta tegangan keluaran dari PV. Berikut ini akan ditampilkan contoh data pada excel yang akan diolah pada penelitian tugas akhir ini dan untuk data lengkapnya akan ditunjukkan pada Lampiran A.

Tabel 3. 8 Contoh Data Hasil Pengukuran pada Excel

suhu (°C)	Irradian (W/m2)	kelembapan (%)	kec. Angin (m/s)	tegangan (volt)	arus (A)
38.2	236.7688022	59	1.04	6.8	0.35
37.9	243.7325905	59.1	1.3	7.3	0.37
38.1	174.0947075	56	0	4.2	0.27
38.3	299.4428969	55.3	0.75	9.8	0.44
39.8	417.8272981	57.5	1.38	15.5	0.56
45	814.7632312	49.5	0	17.36	0.63
45.5	870.4735376	49.9	1.67	17.32	0.62
51	926.183844	47.8	0.75	17.17	0.61
54	877.4373259	48.1	0.89	17.11	0.6
54.1	842.6183844	45.2	0.54	17.12	0.6
44.8	257.6601671	50	1.1	0.91	0.4
42.7	327.2980501	53	1.05	12.32	0.5
45.3	341.2256267	48.8	0.09	12.7	0.51
42.7	292.4791086	49.9	0.65	10.5	0.44
45.1	905.2924791	43.3	0.97	17.22	0.62
49	891.3649025	36.1	0.33	17.2	0.61
48	856.545961	36.3	1.52	17.23	0.61

Screening Data

Pada tahap pengolahan data yang pertama yaitu screening data hal ini dilakukan untuk menyiapkan data yang akan diolah. Tujuannya agar pada saat pengolahan data tidak ada data yang tidak lengkap (missing data) dan data yang memiliki perbedaan karakteristik dengan data yang lain (outlier).

• Normalisasi Data

Data yang akan diinputkan pada ANFIS sebaiknya dinormalisasi, sehingga mempunyai nilai dengan *range* tertentu. Hal ini diperlukan karena fungsi aktivasi yang digunakan akan menghasilkan *output* dengan *range* data [0,1] atau [-1,1]. Pada tugas akhir ini data *training* dinormalisasi, sehingga mempunyai *range* nilai [-1,1]. Berikut ini rumus yang digunakan pada proses normalisasi data.

$$X = 2(X_p - \min X_p) / (\max X_p - \min X_p) - 1 \quad (3.1)$$

dimana :

X = Nilai hasil normalisasi dengan *range* nilai [-1,1]

X_p = Nilai data asli yang belum dinormalisasi

$\min X_p$ = Nilai minimum pada data set

$\max X_p$ = Nilai maksimum pada data set

Tabel 3. 9 Normalisasi Data

suhu (C)	Irradian (W/m2)	kelembapan (%)	kec. Angin (m/s)	tegangan (volt)	arus (A)
-0.34	-0.063	-0.712	-0.27	0.62	0.90
-0.3	-0.12	-0.6	-0.18	0.70	0.8
-0.71	-0.34	0.455	-1	0.082	0.40
-0.291	0.047	-0.91	-0.39	0.391	0.47
-0.121	0	0.94	-0.061	0.853	0.8
-0.17	0.04	1	-0.68	0.8	0.82
-0.1	0.19	0.90	-0.547	0.86	0.8
-0.136	0.09	0.88	-1	0.853	0.86

• Pembagian Data

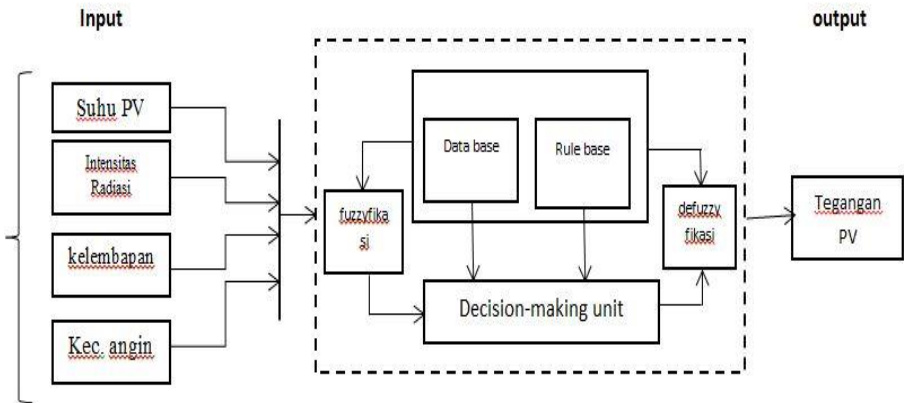
Pembagian data dilakukan untuk membagi antara data *training* dengan data *cheeking* .Proses *training* digunakan untuk melatih data yang akan di gunakan untuk membuat model dengan ANFIS, sedangkan *cheeking* digunakan untuk mengevaluasi kemampuan

ANFIS. Total data yang digunakan sebanyak 1210 data untuk setiap parameternya. Dari data tersebut kemudian dibagi menjadi 80% dari total data untuk proses *training* yaitu sebanyak 1038 data dan 20% dari data total untuk proses *testing* yaitu sebanyak 172 data. Pada proses pembagian data sebagai masukan pada ANFIS ini akan dikelompokkan menjadi 6 percobaan dengan memvariasikan pasangan data *input dan output* untuk kemudian dilakukan simulasi menggunakan matlab.

Percobaan pertama (P1), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV dan radiasi matahari dengan output berupa arus listrik yang di hasilkan dari keluaran PV. Percobaan kedua (P2), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV dan radiasi matahari, dengan output berupa tegangan listrik yang dihasilkan PV. Pada percobaan ketiga (P3), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa arus keluaran PV. Pada percobaan keempat (P4), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa tegangan keluaran PV. Pada percobaan kelima (P5), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan, dan kecepatan angin dengan output berupa arus keluaran PV. Pada percobaan keenam (P6), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa tegangan keluaran PV.

3.8 Perancangan ANFIS

Setelah data di normalisasi maka akan di lanjutkan ke tahan proses input data ke ANFIS pada matlab. Adapun untuk diagram blok ANFIS sebagai berikut sebagai berikut.



Gambar 3.3 . diagram blok ANFIS (lanre ,2015)

Adapun pada digram blok di atas input berupa Suhu PV, Intensitas matahari, Kelembapan dan kecepatan angin. Kemudian input tersebut di proses dengan menggunakan ANFIS yang ditunjukkan dengan kotak garis putus-putus. Dan proses tersebut di akhiri dengan output berupa tegangan PV.

- **RMSE (Root mean square error)**

Root mean square error (RMSE) sering digunakan dalam standar pengukuran statistik untuk mengukur performa dari suatu model pengukuran, kualitas, dll. Dalam dunia *Geosciences*, sering dijumpai RMSE sebagai standar pengukuran untuk model error.

Dalam beberapa studi mengenai model sensitivitas yang hanya menggunakan RMSE, interpretasi rinci tidak penting karena variasi model yang sama akan memiliki distribusi kesalahan yang serupa [14]. Semakin kecil nilai yang dihasilkan semakin bagus pula hasil peramalan yang dilakukan. Dengan memberikan bobot yang lebih tinggi pada kondisi yang tidak menguntungkan, RMSE lebih baik dalam mengungkapkan perbedaan kinerja model [14]

Adapun rumus dari RMSE adalah sebagai berikut :

$$RMSE : \sqrt{\sum \frac{(Y_t - Y'_t)^2}{n}} \quad (3.3)$$

Dimana :

RMSE =Root Mean Square Error

n = Jumlah Data

Y_t = Nilai Aktual Indeks

Y'_t = Nilai Prediksi Indeks

Perhitungan nilai RMSE

Berikut adalah perhitungan nilai RMSE (Root mean square error) :

Tabel 3. 10 tabel actual dan prediksi output

No	Y _t	Y' _t	(Y _t -Y' _t) ²
1	0.931802	0.932156	1.25845E-07
2	0.709319	0.709544	5.10072E-08
3	-0.95763	-0.95738	5.93077E-08
4	0.809939	0.809926	1.62039E-10
5	0.860249	0.860248	2.38694E-12
6	-0.70049	-0.70045	1.06883E-09
7	0.883727	0.883912	3.40975E-08
8	0.804349	0.804343	3.25632E-11
9	0.929566	0.929466	9.84813E-09
10	0.915032	0.914888	2.05531E-08
11	-0.69042	-0.69039	9.12654E-10
12	0.869193	0.869187	4.41116E-11
13	0.709319	0.709544	5.10072E-08
14	-0.9375	-0.9372	9.30864E-08
15	-0.64235	-0.64235	2.01733E-14
16	0.812175	0.812175	7.06872E-14
17	0.779753	0.779831	6.09162E-09

No	Yt	Y't	(Yt-Y't) ²
18	0.893789	0.896901	9.68191E-06
19	0.93851	0.938508	2.84937E-12
20	-0.2354	-0.23542	7.57865E-10
21	0.296775	0.565086	0.071990995
22	0.911678	0.911586	8.42106E-09
23	0.812175	0.812175	7.06872E-14
24	-0.95092	-0.951	6.50033E-09
jumlah	8.752641	9.025275	0.072001146

$$\text{RMSE} : \sqrt{\sum \frac{(Y_t - Y'_t)^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.07200}{24}}$$

$$\text{RMSE} : 0.054772692$$

3.9 Validasi data

Pada tahap validasi data ini dilakukan dengan menggunakan data dengan dengan variasi pengambilan data pada kondisi mendung dan kondisi panas kemudian data tersebut di gunakan untuk melakukan validasi terhadap struktur ANFIS yang sudah jadi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil simulasi untuk membuat model PV dengan menggunakan pendekatan pasangan data input dan output pada PV type TN 20M menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Pengujian kali ini berupa hasil simulasi dengan bantuan software MATLAB dan data yang berasal dari pengambilan secara langsung melalui eksperimen.

4.1 Analisa Percobaan

Pada penelitian ini dilakukan 6 percobaan dengan memvariasikan pasangan data *input dan output* untuk kemudian dilakukan simulasi menggunakan matlab.

Percobaan pertama (P1), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV dan radiasi matahari dengan output berupa arus listrik yang di hasilkan dari keluaran PV. Percobaan kedua (P2), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV dan radiasi matahari, dengan output berupa tegangan listrik yang dihasilkan PV. Pada percobaan ketiga (P3), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa arus keluaran PV. Pada percobaan keempat (P4), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa tegangan keluaran PV. Pada percobaan kelima (P5), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan, dan kecepatan angin dengan output berupa arus keluaran PV. Pada percobaan keenam (P6), pasangan data *input* yang digunakan yaitu temperatur PV, radiasi matahari dan kelembapan dengan output berupa tegangan keluaran PV. Adapun sesuai tabel berikut:

tabel 4. 1 Jenis percobaan menggunakan ANFIS

NO	Perc. Ke-	Input	Output
1	P1	Suhu PV, Radiasi Matahari	Arus keluaran PV
2	P2	Suhu PV, Radiasi matahari	Tegangan keluaran PV
3	P3	Suhu PV, Radiasi Matahari, kelembapan	Arus keluaran PV
4	P4	Suhu PV, Radiasi Matahari,kelembapan	Tegangan keluaran PV
5	P5	Suhu PV, Radiasi Matahari,kelembapan,kec.angin	Arus keluaran PV
6	P6	Suhu PV, Radiasi Matahari,kelembapan,kec.angin	Tegangan keluaran PV

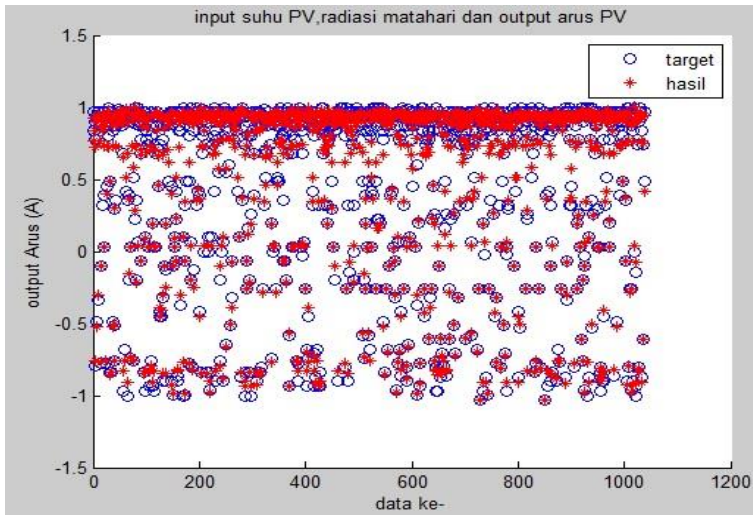
4.1.1. Percobaan 1 (P1)

Pada percobaan pertama (P1) dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV dan radiasi matahari dan output berupa arus keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut

tabel 4. 2 Percobaan 1

no	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	trimf	3 x 3	100	0.146
2	trimf	5 x 5	100	0.1337
3	trimf	7 x 7	100	0.122
4	trapmf	3 x 3	100	0.1543
5	trapmf	5 x 5	100	0.15077
6	trapmf	7 x 7	100	0.1354
7	gbellmf	3 x 3	100	0.14512
8	gbellmf	5 x 5	100	0.12282
9	gbellmf	7 x 7	100	0.1105
10	gaussmf	3 x 3	100	0.15055
11	gaussmf	5 x 5	100	0.12799
12	gaussmf	7 x 7	100	0.11358
13	gauss2mf	3 x 3	100	0.1503
14	gauss2mf	5 x 5	100	0.13365
15	gauss2mf	7 x 7	100	0.11318
16	pimf	3 x 3	100	0.13227
17	pimf	5 x 5	100	0.13641
18	pimf	7 x 7	100	0.09166
19	dsigmf	3 x 3	100	0.14746
20	dsigmf	7 x 7	100	0.10178
21	psigmf	3 x 3	100	0.14746
22	psigmf	5 x 5	100	0.12232
23	psigmf	7 x 7	100	0.10179

Dari tabel 4.2 pengujian dengan menggunakan ANFIS pada matlab di dapatkan error minimum sebesar $=0.09166$ Dan di dapatkan error maksimum sebesar $= 0.1543$. Dari data yang yang di peroleh pada table 4.2 tersebut, didapat error minimum 0.09166 dengan type MF (*membership function*) pimf dan Numb Mf [7 x 7]. Kemudian dilakukan evaluasi melalui evalfis, hasil dari evalfis berupa nilai output model P1 di bandingkan dengan data real dan di dapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*) pada P1 sebesar 0.008403 dan untuk RMSE sebesar 0.091668. Berikut adalah grafik perbandingan model P1 dengan data real P1



Gambar 4. 1 Grafik perbandingan model P1 dengan data real P1

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu pv, radiasi, dan output berupa arus keluaran dari PV. dari grafik 4.1 menunjukan bahwa hasil sudah mendekati target yang di inginkan tetapi error yang di hasilkan masih terlalu besar.

4.1.2. Percobaan 2 (P2)

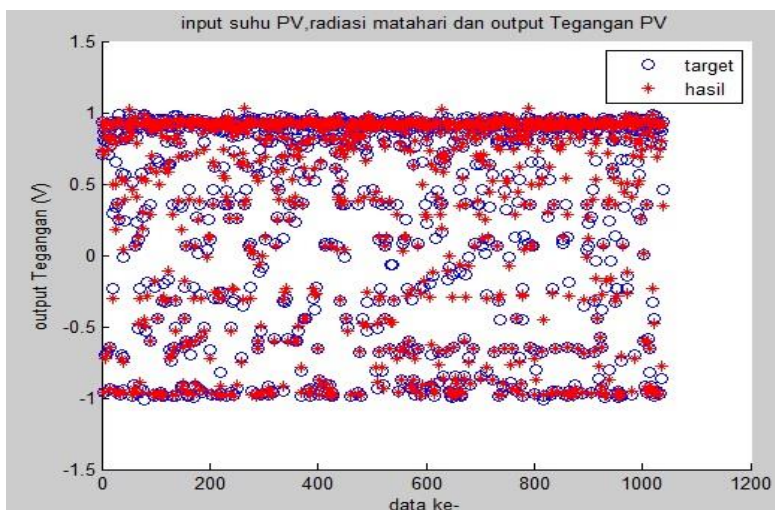
Pada percobaan kedua (P2) dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV dan radiasi matahari dan output berupa tegangan keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut

tabel 4. 3 Percobaan 2

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	Trimf	3 x 3	100	0.10571
2	Trimf	5 x 5	100	0.095695
3	Trimf	7 x 7	100	0.091386
4	Trapmf	3 x 3	100	0.11186
5	Trapmf	5 x 5	100	0.0987
6	Trapmf	7 x 7	100	0.09489
7	Gbellmf	3 x 3	100	0.10699
8	Gbellmf	5 x 5	100	0.082684
9	Gbellmf	7 x 7	100	0.074
10	Gaussmf	3 x 3	100	0.10699
11	Gaussmf	5 x 5	100	0.093786
12	Gaussmf	7 x 7	100	0.086407
13	gauss2mf	3 x 3	100	0.10731
14	gauss2mf	5 x 5	100	0.096937
15	gauss2mf	7 x 7	100	0.08501
16	Pimf	3 x 3	100	0.10848
17	Pimf	5 x 5	100	0.098876

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
18	Pimf	7 x 7	100	0.092474
19	Dsigmf	3 x 3	100	0.10595
20	Dsigmf	7 x 7	100	0.095319
21	Psigmf	3 x 3	100	0.10578
22	Psigmf	5 x 5	100	0.095319
23	Psigmf	7 x 7	100	0.07716

Dari table 4.3 pengujian dengan menggunakan ANFIS pada matab di dapatkan error minimum sebesar = 0.074 Dan di dapatkan juga error maksimum sebesar = 0.118 .Dari data yang di peroleh pada table 4.3 di dapatkan error minimum =0.074 dengan type MF (*membership function*) gbellmf dan Numb Mf [7 x 7]. Kemudian dilakukan evaluasi melalui evalfis, hasil dari evalfis berupa nilai output model P2 di bandingkan dengan data real dan di dapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*) pada P2 sebesar 0.005489001 dan untuk RMSE sebesar 0.074087792. Berikut adalah grafik perbandingan model P2 dengan data real P2.



Gambar 4. 2 Grafik perbandingan model P2 dengan data real P2

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu pv, radiasi, dan output berupa tegangan keluaran dari PV. dari grafik 4.2 menunjukan bahwa hasil sudah mendekati target yang di inginkan tetapi error yang di hasilkan masih terlalu besar.

4.1.3. Percobaan 3 (P3)

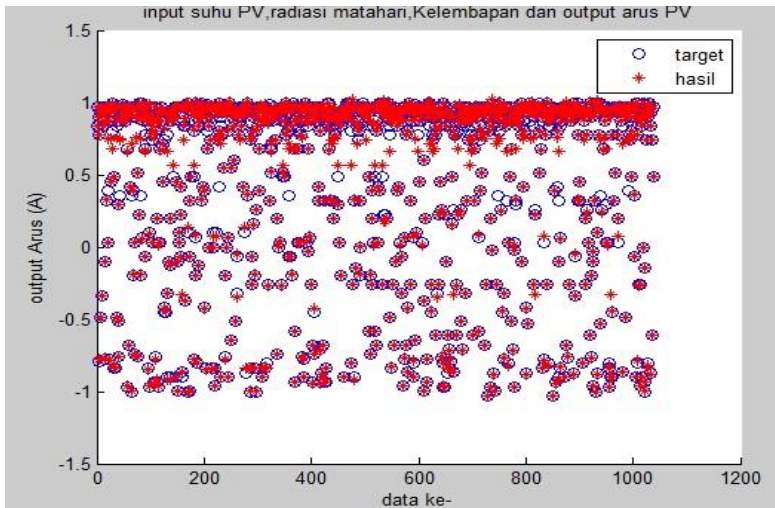
Pada percobaan ketiga (P3) dengan menggunakan ANFIS pada matlab 2014. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV, radiasi matahari dan kelembapan dan output berupa arus keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut :

tabel 4. 4 percobaan 3

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	trimf	3 x 3 x 3	100	0.12128
2	trimf	5 x 5 x 5	100	0.073654
3	trimf	7 x 7 x 7	100	0.06895
8	trapmf	3 x 3 x 3	100	0.13026
4	trapmf	5 x 5 x 5	100	0.1048
5	trapmf	7 x 7 x 7	100	0.07321
6	gbellmf	3 x 3 x 3	100	0.0918
7	gbellmf	5 x 5 x 5	100	0.069
8	gbellmf	7 x 7 x 7	100	0.0649
9	gaussmf	3 x 3 x 3	100	0.10604
10	gaussmf	5 x 5 x 5	100	0.07

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
11	gaussmf	7 x 7 x 7	100	0.0637
12	gauss2mf	3 x 3 x 3	100	0.10224
13	gauss2mf	5 x 5 x 5	100	0.071
14	gauss2mf	7 x 7 x 7	100	0.0647
15	pimf	3 x 3 x 3	100	0.11254
16	pimf	5 x 5 x 5	100	0.0952
17	pimf	7 x 7 x 7	100	0.06788
18	dsigmf	3 x 3 x 3	100	0.10113
19	dsigmf	5 x 5 x 5	100	0.067
20	dsigmf	7 x 7 x 7	100	0.0646
21	psigmf	3 x 3 x 3	100	0.10113
22	psigmf	5 x 5 x 5	100	0.067
23	psigmf	7 x 7 x 7	100	0.0644

Dari table 4.4 pengujian diatas dengan menggunakan ANFIS pada matlab di dapatkan error minimum sebesar = 0.0637 Dan di dapatkan juga error maksimum sebesar = 0.13026 . Dari data yang di dapat pada table 4.4 dihasilkan error minimum 0.0637 dengan type MF (*membership function*) gaussmf dan Numb Mf [7 x 7 x 7]. Setelah di dapatkan hasil output model melalui evalfis, hasil dari evalfis berupa nilai output model P3 di bandingkan dengan data real dan di dapatkan nilai MSE (Mean Square Error) pada P3 sebesar MSE (*Mean Square Error*) pada P3 sebesar 0.004067221 dan untuk RMSE sebesar 0.063774766. Dan berikut adalah grafik perbandingan model P3 dengan data real P3.



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan model P3 dengan data real P3

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu pv, radiasi, kelembapan dan output berupa arus keluaran dari PV. dari grafik 4.3 menunjukan bahwa hasil sudah mendekati target yang di inginkan tetapi error yang di hasilkan masih terlalu besar.

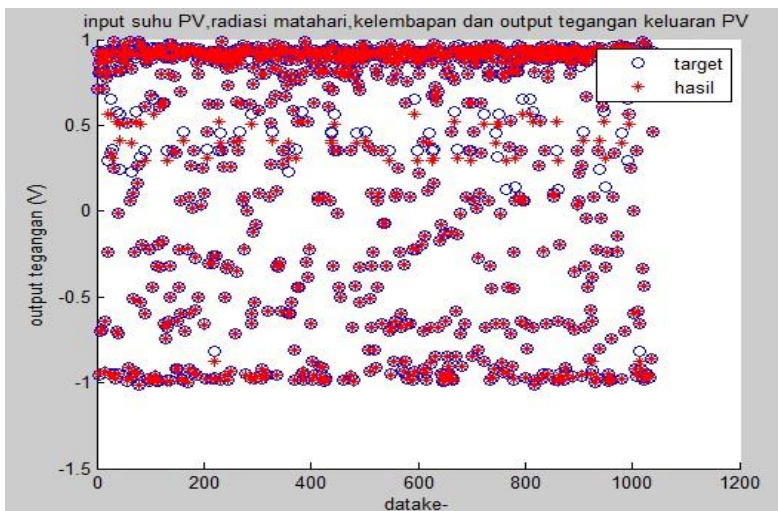
4.1.4. Percobaan 4 (P4)

Pada percobaan ke empat (P4) dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV, radiasi matahari dan kelembapan dan output berupa tegangan keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut :

tabel 4. 5 percobaan 4

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	trimf	3 x 3 x 3	100	0.0711
2	trimf	5 x 5 x 5	100	0.0299
3	trimf	7 x 7 x 7	100	0.02636
4	trapmf	3 x 3 x 3	100	0.0774
5	trapmf	5 x 5 x 5	100	0.04
6	trapmf	7 x 7 x 7	100	0.0265
7	gbellmf	3 x 3 x 3	100	0.04684
8	gbellmf	5 x 5 x 5	100	0.027
9	gbellmf	7 x 7 x 7	100	0.0257
10	gaussmf	3 x 3 x 3	100	0.0498
11	gaussmf	7 x 7 x 7	100	0.0283
12	gaussmf	3 x 3 x 3	100	0.026
13	gauss2mf	5 x 5 x 5	100	0.048
14	gauss2mf	7 x 7 x 7	100	0.030042
15	gauss2mf	3 x 3 x 3	100	0.025977
16	pimf	5 x 5 x 5	100	0.06
17	pimf	7 x 7 x 7	100	0.0329
18	pimf	3 x 3 x 3	100	0.02742
19	dsigmf	5 x 5 x 5	100	0.04657
20	dsigmf	7 x 7 x 7	100	0.0278
21	dsigmf	3 x 3 x 3	100	0.0258
22	psigmf	5 x 5 x 5	100	0.0465
23	psigmf	7 x 7 x 7	100	0.0278
24	psigmf	7 x 7 x 7	100	0.02589

Dari table 4.5 pengujian dengan menggunakan ANFIS pada matlab di dapatkan error minimum sebesar = 0.0257 Dan di dapatkan juga error maksimum sebesar = 0.0774. Dari data yang di dapat pada table 4.5 dihasilkan error minimum 0.0257 dengan type MF (*membership function*) gbellmf dan Numb Mf [7 x 7 x 7 x 7]. Setelah di dapatkan hasil output model melalui evalfis, kemudian nilai output model P4 tersebut di bandingkan dengan data real. Dan di dapatkan MSE (*Mean Square Error*) pada P4 sebesar 0.000662256 dan untuk RMSE sebesar 0.025734333. Berikut adalah grafik perbandingan model P4 dengan data real P4



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan model P4 dengan data real P4

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu

pv, radiasi, kelembapan dan output berupa tegangan keluaran dari PV.

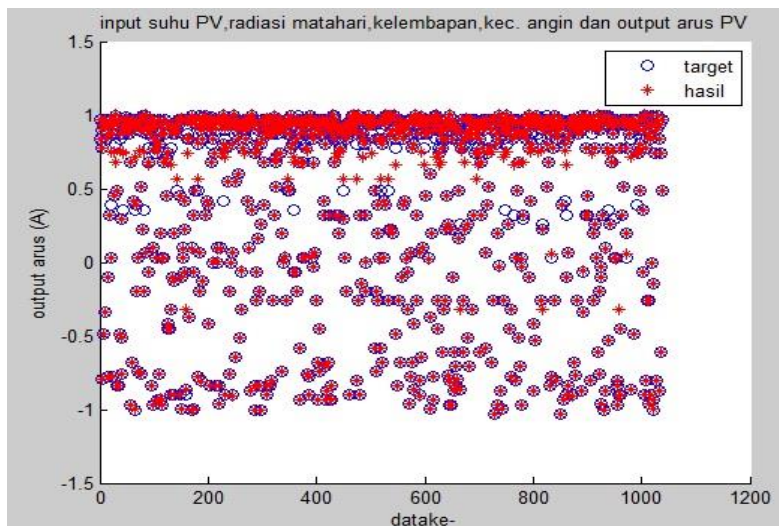
4.1.5. Percobaan 5 (P5)

Pada percobaan ke lima (P5) dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV, radiasi matahari dan kelembapan kecepatan angin dan output berupa arus keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut

tabel 4. 6 percobaan 5

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	trimf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.07737
2	trimf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0634
3	trapmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0796
4	trapmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0633
5	gbellmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.068248
6	gbellmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.062815
7	gaussmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0679
8	gaussmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.06341
9	gauss2mf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.06678
10	gauss2mf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0631
11	pimf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0713
12	pimf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.064
13	dsigmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.06786
14	dsigmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.064
15	psigmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0678
16	psigmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.068

Dari table 4.6 pengujian diatas dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Pada pengujian di atas hanya menggunakan numb MF [3 x 3 x 3 x 3] dan [5 x 5 x 5 x 5] di karenakan saat melakukan pengujian untuk numb MF [7 x 7 x 7 x 7] Personal Komputer yang di gunakan tidak mampu melakukan proses running. Dan pada pengujian ini di dapatkan error minimum sebesar = 0.06281 Dan di dapatkan juga error maksimum sebesar = 0.0796 . Dari data hasil error pada table 4.6 tersebut di peroleh nilai error minimum yaitu 0.06281 dengan type MF (*membership function*) gbellmf dan Numb Mf [5 x 5 x 5 x 5]. Setelah di dapatkan hasil output model melalui evalfis, kemudian nilai output model P5 tersebut di bandingkan dengan data real. Di dapatkan MSE (*Mean Square Error*) pada P5 sebesar 0.003945702 dan untuk RMSE sebesar 0.06281482. Berikut adalah Grafik perbandingan model P5 dengan data real P5.



Gambar 4. 5 Grafik perbandingan model P5 dengan data real P5

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu pv, radiasi, kelembapan, kecepatan angin dan output berupa arus keluaran dari PV.

4.1.6. Percobaan 6 (P6)

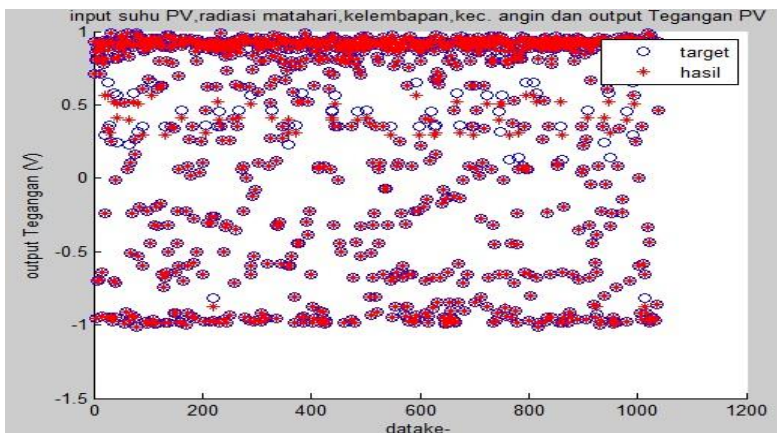
Pada percobaan ke enam (P6) dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Data yang di input menggunakan variasi data berupa suhu PV, radiasi matahari dan kelembapan, angin dan output berupa tegangan keluaran PV. Kemudian di lakukan input data pada anfis berupa data training dan cheking, percobaan pada ANFIS dilakukan dengan memvariasikan type MF (*type membership function*) dan Numb MF (*membership function*) di dapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4. 7 percobaan 6

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
1	trimf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.03712
2	trimf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0314
3	trapmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.04545
4	trapmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0321
5	gbellmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0263
6	gbellmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.025416
7	gaussmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.02616
8	gaussmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.02573
9	gauss2mf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.0285
10	gauss2mf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0268
11	pimf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.031
12	pimf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0283
13	dsigmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.02761
14	dsigmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0264
15	psigmf	3 x 3 x 3 x 3	100	0.02612

No	Type	Numb MF	Epoch	Error
16	psigmf	5 x 5 x 5 x 5	100	0.0261

Dari table 4.7 pengujian dengan menggunakan ANFIS pada matlab. Pada pengujian di atas hanya menggunakan numb MF [3 x 3 x 3 x 3] dan [5 x 5 x 5 x 5] di karenakan saat melakukan pengujian untuk numb MF [7 x 7 x 7 x 7] Personal Komputer yang di gunakan tidak mampu melakukan proses running. Dan pada pengujian ini di dapatkan error minimum sebesar = 0.025416 Dan di dapatkan juga error maksimum sebesar = 0.04545. Dari data hasil error pada table 4.7 tersebut, di peroleh nilai error minimum sebesar 0.0254 dengan type MF (*membership function*) gbellmf dan Numb Mf [5 x 5 x 5 x 5]. Setelah di dapatkan hasil output model melalui evalfis, kemudian nilai output model P6 tersebut di bandingkan dengan data real di dapatkan MSE (Mean Square Error) pada P5 sebesar 0.000646006 dan untuk RMSE sebesar 0.025416652. Berikut adalah Grafik perbandingan model P6 dengan data real P6.



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan model P6 dengan data real P6

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data real pengambilan melalui eksperimen dengan hasil pemodelan dengan menggunakan ANFIS dengan menggunakan input berupa suhu pv, radiasi, kelembapan, kecepatan angin dan output berupa tegangan keluaran dari PV. dari grafik 4.3 menunjukan bahwa hasil sudah mendekati target yang di inginkan dengan nilai error yang paling kecil dibanding P1-P6.

tabel 4. 8 Perbandingan nilai MSE dan RMSE P1 – P6

No	Jenis percobaan	MSE	RMSE
1	P1	0.008403	0.091668
2	P2	0.005489001	0.074087792
3	P3	0.004067221	0.063774766
4	P4	0.000662256	0.025734333
5	P5	0.003945702	0.062814823
6	P6	0.000646006	0.025416652

Dari tabel di atas di dapatkan nilai MSE yang paling kecil yaitu pada P6 yaitu dengan input berupa suhu PV, radiasi, kelembapan, kecepatan angina dan output berupa tegangan keluaran PV.

Adapun untuk hubungan input output dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$F = T \sum_1^8 (Wi - pi) + Ir \sum_1^8 (Wi - qi) + Rh \sum_1^8 (Wi - ri) + v \sum_1^8 (Wi - si) + \sum_1^8 (Wi - ti) \quad (4.1)$$

Dimana :

F: Fungsi Output

T : Suhu PV (°C)

Ir : Irradian (Watt/M²)

Rh : Kelembapan Relatif (%)

V : Kecepatan Angin (m/s)

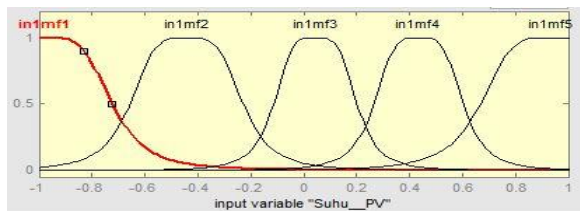
Wi : weight ($W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7, W_8$)

Adapun untuk nilai dari Wi dapat di lihat pada tabel lampiran B.1
 Nilai Bobot ANFIS.

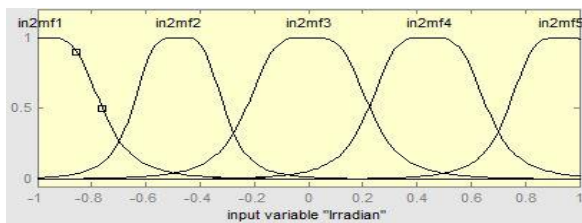
$\pi_i, q_i, r_i, s_i, t_i$: Nilai parameter konsekuen

Nilai parameter konsekuen dapat di lihat pada tabel lampiran B.2

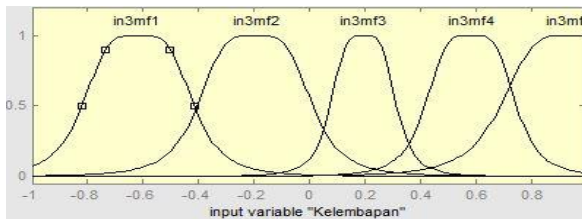
Adapun untuk membersip function untuk masing masing input
 pada P6 adalah pada gambar berikut :



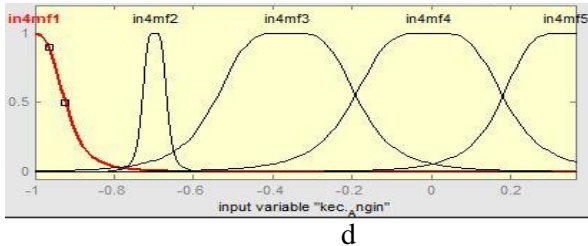
a



b

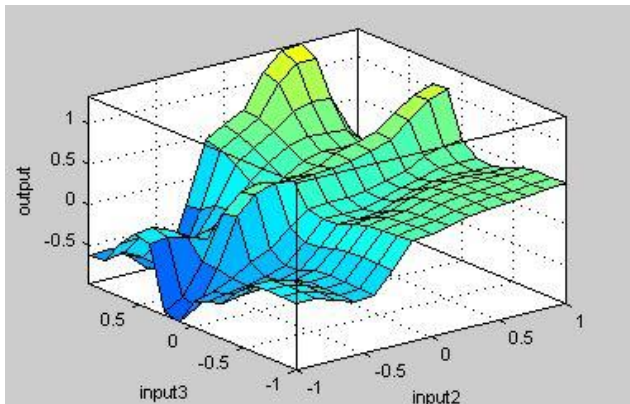


c



Gambar 4.7 . a, membership function input suhu PV.b, membership function input Irradian, membership function kelembapan, membership function input kecepatan angin

Adapun *surface* dari struktur ANFIS pada P6 yang di dihasilkan terdapat dalam gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 surface struktur ANFIS pada P6

4.2 Validasi

Pada proses validasi model tugas akhir ini menggunakan pengambilan data secara langsung yaitu pada pengambilan data tahap kedua dengan selang waktu lebih dari satu bulan dari pengambilan data pertama yang di gunakan untuk training dan cheking. Adapun untuk validasi data dilakukan dengan

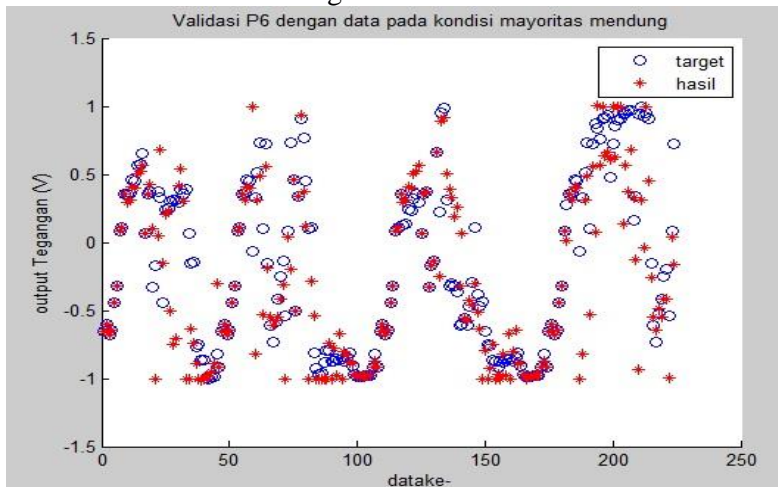
menggunakan dua kondisi input yaitu saat kondisi mendung dan pada kondisi panas. Adapun untuk hasil uji validasi dari model yang memiliki MSE terkecil yaitu pada P6. Di dapatkan tabel hasil seperti berikut:

tabel 4. 9 Nilai MSE dan RMSE hasil validasi model

No	kondisi	MSE	RMSE
1	Mayoritas mendung	0.136	0.363
2	Mayoritas panas	0.0410	0.202

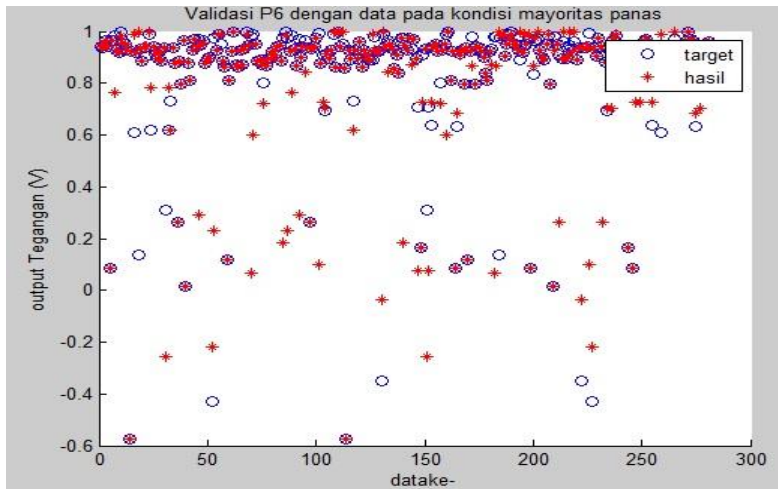
Dan dari uji validasi model P6 didapatkan grafik perbandingan antara model P6 pada anfis dengan data real pada pengambilan data tahap 2 sebagai validasi model.

Berikut adalah grafik perbandingan antara data real validasi dan model saat kondisi mendung:



Gambar 4. 1 Validasi model pada kondisi mayoritas mendung

Dan berikut adalah grafik perbandingan antara data real validasi dan model saat kondisi panas:



Gambar 4.2 Validasi model pada kondisi mayoritas panas

Dari kedua grafik di atas diketahui bahwa untuk kondisi panas lebih sesuai dengan model P6 di banding dengan saat kondisi hujan.

4.2 Pembahasan

Percobaan menggunakan variasi input menghasilkan struktur ANFIS yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat pada P1 s/d P6 yang memiliki nilai MSE (*Mean squared error*) dan RMSE (*Root Mean Squared error*) berbeda-beda pada setiap variasi inputnya. Pada percobaan ke 6 menghasilkan struktur ANFIS yang paling baik dibandingkan dengan P1 sampai P5 hal itu karena pada P6 menghasilkan nilai MSE dan RMSE paling kecil dibandingkan dengan yang lainnya. Adapun untuk nilai RMSE dan RMSE pada P6 yaitu sebesar 0.000646006 dan 0.02541665. struktur ANFIS pada P6 memiliki 4 variabel input berupa suhu PV, intensitas radiasi, kelembapan, dan kecepatan angin dan dibangun menggunakan tipe *membership function* yaitu

generalized bell (gbell) dengan jumlah membership function yaitu $5 \times 5 \times 5$. Untuk menguji struktur ANFIS pada P6 tersebut dilakukan Validasi, adapun pada validasi ini menggunakan kondisi cuaca panas dan kondisi cuaca mendung. Saat melakukan Validasi dengan kondisi panas menghasilkan nilai MSE 0.041 dan RMSE 0.202 pada saat kondisi mendung menghasilkan nilai MSE sebesar 0.136 dan RMSE sebesar 0.363. pada saat kondisi panas menghasilkan kesalahan yang lebih kecil di banding dengan saat mendung hal itu dikarenakan pada saat proses Training data pada ANFIS prosentase data pada keadaan cuaca panas lebih banyak di bandingkan saat kondisi mendung.

Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan dari tugas akhir mengenai identifikasi system pada modul PV (Photovoltaic) dengan menggunakan ANFIS (*adaptive neeuro-fuzzy inference system*) adalah sebagai berikut :

- Struktur ANFIS yang paling baik di hasilkan pada saat melakukan percobaan ke enam (P6) dengan variasi jumlah input yaitu 4 input berupa suhu PV, radiasi, kelembapan, kecepatan angin dan output berupa tegangan keluaran PV, yang menghasilkan nilai MSE pada P6 sebesar 0.000646006. dan RMSE 0.02541665.
- Dari perbedaan variasi input pada P1-P6 menghasilkan tingkat kealahan pada strukur ANFIS yang berbeda-beda, serta saat melakukan Validasi pada kondisi cuaca panas dan cuaca mendung juga menghasilkan tingkat kesalahan yang berbeda. hal itu menunjukan bahwa perbedaan kondisi input akan mempengaruhi kondisi output dari struktur ANFIS tersebut.

5.2 Saran

Dalam proses tugas akhir ini terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu adanya alat ukur yang terkalibrasi agar data yang di dapatkan benar benar valid. Disamping itu pengambilan data harus lebih banyak lagi agar di dapatkan model yang lebih sesuai lagi.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhaneswara, G. (2004). Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik Untuk Klasifikasi . *ilmu komputer univ. katholik parahyangan*.
- [2] Elvia haris, S. (2016). Implementation of Dual Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Anfis) Control in Two Positions of Solar Tracker System To Improve Photovoltaic Performance. *Final Project of ITS*.
- [3] Ghiyats, S. P. (n.d.). Kajian Potensi Energi Matahari di Pulau Tarakan. Program Studi Meteorologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung .
- [4] Hidayatullulla, N. (2014). Estimasi Radiasi Matahari Perjam Pada Permukaan Horizontal Dengan Extreme Learning Machine (Studi Kasus di Surabaya). *tugas akhir ITS*.
- [5] kusumadewi, s. (2003). *Artificial Intelligenci (Teknik dan Aplikasinya)*. yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Lopez guede, j. m. (2016). Systematic modeling of photovoltaic modules.
- [7] Mboumboue, E., & Njomo, D. (2013). Mathematical Modeling and Digital Simulation of PV Solar Panel using MATLAB Software. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 24.
- [8] Muhammad, Y. P. (2015). Peramalan Indeks Harga Konsumen Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).

- [9] Nugraha, A. I., & Abadi, I. (2016). Implementasi Teknik Maximum Power Point Tracking (Mppt) Pada Sistem Penjejak Matahari Berbasis Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis). *POMITS*.
- [10] payam Solatian, S. H. (2012). Simulation Study of Flow Control Based On PID ANFIS Controller for Non-Linear Process Plants. *American Journal of Intelligent Systems* .
- [11] Qazi Atka a.c, F. H. (2015). The artificial neural network for solar radiation prediction and designing solar systems. *a systematic literature review*.
- [12] Renno c, P. .. (nopember 2015). photovoltaic Artificial neural network models for predicting the solar radiation as input of a concentrating system. *Fisciano,salerno Italy*.
- [13] Saad Mekhilef, L. O. (2015). Adaptive neuro-fuzzy approach for solar radiation prediction in Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [14] T. Chai, R. R. (June 2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE). against avoiding RMSE in the literature. *Geosci. Model Dev*.
- [15] Ulul Azmy Achmad, s. R. (2010). Sistem Tracking Panel Surya Untuk Pengoptimalan Daya Menggunakan Metode Kontrol Self-Tuning Pid Dengan Jst Jenis Perceptron.
- [16] Yadaf, A., & Chandel SS. (2016). Identification of relevant input variables for prediction of 1-minute time step photovoltaic module power using Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression Models.
- [17] Yulianada, s., sarya, g., & retno, h. j. (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian*

LPPM Untag Surabaya.

Lampiran A

DATA PENGAMBILAN EKSPERIMEN

Table A.1 data pengambilan eksperimen untuk training dan cheking

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m^2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
2	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
3	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
4	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
5	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
6	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
7	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
8	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
9	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
10	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
11	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
12	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
13	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
14	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.6
15	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.6
16	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
17	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45
18	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
19	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
20	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
21	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
22	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
23	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
24	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
25	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
26	44	626.7409471	63.1	0.69	16.82	0.61
27	45.6	633.7047354	63.5	0.67	16.92	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
28	45.7	640.6685237	63.5	0.36	16.95	0.6
29	46.2	647.632312	60.4	0.45	16.86	0.61
30	46.1	661.5598886	61.8	0.36	16.88	0.62
31	48.1	654.5961003	60.8	1.05	16.77	0.6
32	48	689.4150418	60	0.96	17.02	0.61
33	48.1	696.3788301	58.6	0.53	17.07	0.61
34	49	745.1253482	58.2	0.26	17.18	0.62
35	49.7	752.0891365	58	0.46	17.2	0.62
36	49.8	772.9805014	59.5	0.53	17.36	0.62
37	49.9	779.9442897	58.6	0.88	17.31	0.62
38	51.2	786.908078	57.5	0.57	17.29	0.61
39	50.8	800.8356546	56.1	0.75	17.31	0.62
40	50.8	800.8356546	56.8	0.38	17.31	0.62
41	50.8	772.9805014	54.6	0.02	17.05	0.62
42	51.2	752.0891365	55.9	0.5	17.04	0.62
43	51.2	752.0891365	55.9	0.45	17.05	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
44	51.5	821.7270195	54.7	0	17.27	0.625
45	52.8	835.6545961	55	0	17.34	0.62
46	52.7	828.6908078	54.3	0.5	17.26	0.62
47	52.5	849.5821727	53.8	0.28	17.2	0.63
48	54.1	814.7632312	56.3	0.49	17.13	0.625
49	54.4	842.6183844	55.3	0.64	17.26	0.63
50	54.2	779.9442897	56.1	0.09	17.06	0.61
51	52.6	828.6908078	59.8	1.49	17.36	0.63
52	52.4	766.0167131	55.2	0.12	17.06	0.62
53	51.6	759.0529248	57.3	0.54	17.09	0.61
54	51.6	759.0529248	57	0.58	17.09	0.62
55	52.2	766.0167131	55.7	0.68	17.24	0.62
56	53	828.6908078	54.3	0.47	17.37	0.62
57	53.6	870.4735376	54	1.03	17.38	0.62
58	53.6	821.7270195	54	0.59	17.17	0.61
59	53.5	835.6545961	54.8	0.69	17.21	0.63

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
60	53.8	849.5821727	52.1	1.28	17.25	0.63
61	54.4	793.8718663	53.2	1.56	17.14	0.61
62	54.1	800.8356546	53.8	1.21	17.26	0.61
63	54.2	828.6908078	55.1	0.82	17.36	0.62
64	51.4	800.8356546	52.7	0.41	17.2	0.61
65	51.5	814.7632312	50.5	0.48	17.24	0.61
66	52.8	814.7632312	51.5	0.72	17.16	0.61
67	53.5	772.9805014	51.4	0.11	16.89	0.6
68	52.8	717.270195	49.6	0.79	17.45	0.61
69	52.2	745.1253482	51.4	0.48	17.28	0.61
70	51.8	891.3649025	49.1	0.67	17.23	0.61
71	52.2	884.4011142	48	0.56	17.18	0.62
72	53.1	849.5821727	49.6	0.53	17.09	0.61
73	56.4	828.6908078	48.8	0.17	17.13	0.61
74	55.5	821.7270195	46.7	0.02	17.13	0.61
75	55.4	821.7270195	46.8	0.06	17.09	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
76	55.5	800.8356546	48.2	0.67	17.09	0.61
77	55	807.7994429	48.2	0.24	16.59	0.61
78	55.3	807.7994429	49.8	0.47	16.77	0.61
79	56.2	772.9805014	47	0.41	16.91	0.61
80	55.8	717.270195	47.5	0.15	16.75	0.6
81	55.1	745.1253482	47.9	0.86	16.53	0.6
82	55.2	682.4512535	47.9	0.55	16.06	0.61
83	53.4	619.7771588	49.9	1.64	16.44	0.61
84	51.8	612.8133705	49.2	0.16	16.24	0.61
85	52	591.9220056	50.5	2.33	16.46	0.61
86	51.2	536.2116992	52.2	0.44	14.6	0.58
87	48.8	417.8272981	50.5	2.33	16.46	0.61
88	53.4	619.7771588	49.9	1.64	16.44	0.61
89	51.8	612.8133705	49.2	0.16	16.24	0.61
90	43.8	403.8997214	53.1	0.04	14.51	0.53
91	45.2	417.8272981	54.2	0.9	14.6	0.55

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
92	43.8	403.8997214	53.1	0.04	14.51	0.53
93	44	431.7548747	53.3	0.05	15.06	0.55
94	45.2	466.5738162	51.3	0.9	15.66	0.57
95	45	431.7548747	53	0.41	15.11	0.56
96	46.2	487.4651811	52.2	0.03	15.99	0.58
97	45.8	466.5738162	53.6	0.63	15.61	0.57
98	46.2	403.8997214	51.5	0.44	14.71	0.54
99	45.4	396.9359331	52.5	0.1	13.66	0.53
100	45	341.2256267	53	0.9	11.46	0.48
101	43.8	292.4791086	52.8	0.57	8.96	0.41
102	42.1	271.5877437	54.3	0.56	8.43	0.39
103	42	278.551532	56.6	0.08		0.39
104	38.8	264.6239554	52.7	0.42	7.98	0.37
105	40.8	250.6963788	55.5	1.26	7.32	0.34
106	40.4	243.7325905	55.1	0.78	6.94	0.33
107	41	257.6601671	54	0.97	6.94	0.33

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
108	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
109	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
110	40.6	243.7325905	53.5	1.01	7.31	0.33
111	40	215.8774373	53.7	0.94	5.89	0.3
112	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
113	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24
114	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
115	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
116	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
117	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
118	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
119	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
120	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
121	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
122	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
123	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
124	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
125	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04
126	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
127	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02
128	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
129	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
130	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
131	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
132	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
133	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
134	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
135	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
136	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
137	36.6	369.0807799	54.4	2.15	10.2	0.42
138	37.4	376.0445682	53.7	1.68	10.3	0.41
139	37.7	383.0083565	51.2	1.66	11.2	0.43

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
140	38.9	383.0083565	48.8	1.28	11.1	0.43
141	38.5	396.9359331	49.7	2.83	11.9	0.43
142	38.2	424.7910864	49.6	1.02	12.2	0.45
143	38.1	396.9359331	50	1.15	11.7	0.44
144	33.2	299.4428969	51.4	0	9.6	0.57
145	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
146	42.6	536.2116992	44.8	1.19	12.4	0.47
147	42.3	208.913649	45.3	0	6.1	0.33
148	42.8	299.4428969	44.7	0.6	7.5	0.46
149	40	250.6963788	45.5	2.92	7.8	0.39
150	40.4	403.8997214	45	0.46	15	0.56
151	44.5	612.8133705	35.4	0.95	17.54	0.61
152	45.3	619.7771588	38.5	2.03	17.35	0.62
153	48.3	612.8133705	36	0.77	17.12	0.6
154	45.3	571.0306407	37.6	1.62	16.9	0.6
155	46	661.5598886	37.6	2.09	17.53	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
156	48.2	661.5598886	35.7	1.08	17.44	0.61
157	46.3	494.4289694	36.4	0.88	16.15	0.58
158	45.7	174.0947075	38	2.06	3.9	0.26
159	43.8	752.0891365	42.1	2.48	17.88	0.63
160	47.9	745.1253482	35.6	0.55	17.06	0.62
161	51.1	779.9442897	35.1	0.48	17.66	0.62
162	50	772.9805014	35.5	1.05	17.67	0.61
163	47.8	807.7994429	35.3	1.99	17.78	0.62
164	48.6	766.0167131	35.4	1.88	17.68	
165	51.7	835.6545961	35.2	0.9	17.88	0.61
166	48.3	835.6545961	35.9	1.8	17.89	0.62
167	52.1	863.5097493	35.1	1.93	17.77	0.62
168	54	793.8718663	49.2	0	17.16	0.59
169	54.6	807.7994429	46.8	0.5	17.2	0.6
170	55.4	807.7994429	46.3	0.35	17.13	0.61
171	56.2	821.7270195	46.9	1	17.05	0.59

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
172	54.4	821.7270195	44.3	1.02	17.11	0.58
173	55.6	835.6545961	47.4	0.3	17.25	0.58
174	56.2	828.6908078	46.6	0.69	17.19	0.58
175	54.8	835.6545961	48.9	1.08	17.25	0.58
176	55.8	849.5821727	47.5	0.65	17.16	0.58
177	56.6	856.545961	46.8	1.84	17.19	0.58
178	56.4	856.545961	46	0.89	17.12	0.59
179	54.2	842.6183844	46.1	1.49	17.25	0.6
180	55.6	856.545961	46.8	0.72	17.24	0.6
181	55.4	863.5097493	48.4	1.38	17.24	0.61
182	55.8	849.5821727	48.4	0.3	17.15	0.61
183	54.2	821.7270195	48.9	0.96	17	0.61
184	51.8	877.4373259	49.5	0.44	17.35	0.62
185	52.6	870.4735376	51	1.42	17.34	0.61
186	54	835.6545961	49.7	0.63	17.22	0.59
187	54.2	877.4373259	48.3	1.57	17.37	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
188	52.6	891.3649025	49.2	2.13	17.4	0.61
189	54.4	898.3286908	48.5	0.9	17.51	0.62
190	54.8	891.3649025	49	1.17	17.34	0.61
191	53.2	877.4373259	49.6	0.77	17.31	0.61
192	54.6	863.5097493	46	1.38	17.35	0.6
193	53.6	849.5821727	47	1	17.22	0.61
194	52.6	842.6183844	48.2	0.76	17.24	0.61
195	53	849.5821727	47.5	0.64	17.23	0.61
196	50.4	863.5097493	46.4	0.44	17.35	0.55
197	53.6	877.4373259	46.3	0.78	17.29	0.57
198	51.4	835.6545961	47.9	1.1	17.43	0.57
199	51.8	856.545961	47.8	1.43	17.45	0.58
200	51.4	738.1615599	45.8	1.9	16.9	0.57
201	50.2	591.9220056	44.5	0.05	16.45	0.57
202	47.2	424.7910864	46.1	1.09	14.29	0.53
203	45.4	334.2618384	42.8	0.55	11.28	0.47

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
204	43.6	341.2256267	44.6	0.49	12.08	0.48
205	47.8	605.8495822	46.8	0.03	17.06	0.61
206	48	543.1754875	44.5	0.38	16.34	0.58
207	51	800.8356546	38.4	1.68	17.63	0.58
208	48.4	724.2339833	41.7	0.67	17.55	0.6
209	49.6	766.0167131	38.2	0.94	17.71	0.61
210	48.2	759.0529248	40.7	0.65	17.65	0.6
211	49.2	793.8718663	39.5	1.71	17.7	0.6
212	50.1	814.7632312	36.8	3.4	17.76	0.61
213	49.6	800.8356546	39.5	1.08	17.77	0.6
214	49	752.0891365	38.8	1.82	17.66	0.6
215	46.6	452.6462396	43.1	3.11	16.74	0.56
216	44.8	522.2841226	44.6	1.4	16.96	0.59
217	44.9	605.8495822	45	0.91	17.42	0.6
218	46.3	571.0306407	44.3	0.73	16.72	0.6
219	43.6	299.4428969	45.9	1.29	11.3	0.45

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
220	41.9	536.2116992	47.1	0.81	17.54	0.59
221	43	341.2256267	44.3	0.03	13.18	0.47
222	39.4	174.0947075	50.5	1.65	4.55	0.28
223	39	334.2618384	50.7	1.96	12.08	0.46
224	39.4	264.6239554	49.8	0.53	7.04	0.35
225	39.4	264.6239554	50.5	0.53	7.03	0.35
226	40.6	250.6963788	55	0.94	6.59	0.34
227	40.6	250.6963788	54.9	1.08	6.74	0.35
228	41.2	243.7325905	54.1	0.74	6.37	0.33
229	41	243.7325905	52.4	1.13	6.13	0.32
230	41.2	243.7325905	52.2	1.85	6.08	0.32
231	41.6	264.6239554	54.4	0.91	7.07	0.35
232	41.6	299.4428969	53	0.69	8.67	0.4
233	41.6	306.4066852	53.5	0.49	8.91	0.4
234	41	257.6601671	53.3	0	7.07	0.34
235	41	243.7325905	51.4	1	6.34	0.32

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
236	41.2	201.9498607	51.4	0.68	4.54	0.26
237	38.4	201.9498607	53.9	0.67	4.49	0.26
238	38.2	139.275766	55	0.53	2.41	0.18
239	37.2	139.275766	56.2	0.46	1.12	0.18
240	34	83.56545961	56.1	1	0.7	0.12
241	36	62.67409471	56.1	0.67	0.5	0.09
242	35.8	675.4874652	56.8	0.48	0.65	0.08
243	35.8	48.74651811	56.5	0.03	0.56	0.05
244	35.8	48.74651811	56.5	0.51	0.49	0.07
245	35.2	48.74651811	56.5	0.38	0.49	0.07
246	35.2	34.8189415	58.3	0.75	0.39	0.01
247	34.4	34.8189415	58	0.15	0.41	0.05
248	34.2	34.8189415	57.1	0.29	0.38	0.01
249	33.6	27.8551532	58	2.35	0.25	0.02
250	34	20.8913649	58.4	0.67	0.24	0.03
251	33.6	20.8913649	61.1	0.81	0.23	0.03

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
252	33.4	20.8913649	60.9	0.85	0.2	0.03
253	33	13.9275766	61.4	0.35	0.154	0.02
254	32.6	6.963788301	61.4	0.46	0.123	0.01
255	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
256	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
257	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
258	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
259	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
260	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
261	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
262	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
263	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
264	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
265	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
266	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
267	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
268	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.57
269	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.59
270	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
271	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45
272	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
273	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
274	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
275	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
276	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
277	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
278	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
279	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
280	50.2	793.8718663	56.5	0.44	17.64	0.62
281	50.8	821.7270195	55.1	0.55	17.57	0.55
282	50	654.5961003	56.2	0.67	17.08	0.61
283	49.6	647.632312	55.2	0.97	16.99	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
284	47.8	529.2479109	56.9	0.15	16.29	0.6
285	48.6	752.0891365	56.1	0.72	17.64	0.63
286	49.4	661.5598886	56.8	0.87	17.17	0.62
287	50	717.270195	54.9	0.28	17.28	0.62
288	50.4	696.3788301	53.9	0.91	17.13	0.62
289	47.6	605.8495822	55.9	0.65	16.77	0.61
290	47.6	591.9220056	56.5	0.89	16.8	0.61
291	48.6	696.3788301	57.4	0.79	17.33	0.62
292	50.2	828.6908078	57.2	0.55	17.6	0.63
293	52	800.8356546	55.7	0.02	17.47	0.62
294	51.8	856.545961	55.2	0.64	17.59	0.62
295	52.6	856.545961	55.2	1.75	17.61	0.62
296	52.6	891.3649025	53.8	0.43	17.54	0.62
297	55.2	898.3286908	55.6	1.21	17.51	0.62
298	55.4	898.3286908	55	0.24	17.38	0.61
299	52.2	898.3286908	55	1.19	17.59	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
300	55.4	898.3286908	53.5	0.85	17.53	0.62
301	55.4	919.2200557	54	1.61	17.57	0.62
302	54.9	926.183844	53.8	1.2	17.43	0.62
303	54.6	898.3286908	54	0	17.42	0.62
304	54.6	745.1253482	53.6	1.45	17.12	0.62
305	53.8	710.3064067	53.5	0.99	16.97	0.61
306	52.4	703.3426184	54.2	1.03	17.05	0.61
307	50	515.3203343	53.8	0.5	15.88	0.59
308	46.2	508.356546	54.1	0.46	16.02	0.59
309	44.4	452.6462396	54	1.41	14.72	0.56
310	44.8	536.2116992	53.4	0.98	16.29	0.6
311	45.6	480.5013928	54.8	0.88	15.55	0.58
312	43.8	647.632312	54	0.88	17.32	0.62
313	46.6	766.0167131	54.2	1.6	17.63	0.62
314	46.4	480.5013928	53.3	0.52	15.39	0.58
315	45.2	598.8857939	54.2	0.26	16.98	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
316	46.6	717.270195	53	0.21	17.38	0.61
317	48.4	835.6545961	53.8	1.54	17.68	0.61
318	51.8	891.3649025	58.9	0.89	17.57	0.62
319	50.2	884.4011142	58.1	0.11	17.46	0.62
320	53.6	884.4011142	56.8	0.6	17.39	0.61
321	54.2	877.4373259	54.8	0.3	17.34	0.62
322	54.4	870.4735376	57.8	0.71	17.31	0.63
323	53	856.545961	55.9	0.64	17.34	0.62
324	52	856.545961	56.6	0.91	17.34	0.62
325	50.8	856.545961	56.8	0.88	17.34	0.62
326	50.6	849.5821727	55.7	0.83	17.28	0.62
327	53.4	849.5821727	54	0.61	17.27	0.62
328	53	835.6545961	55.3	1.03	17.28	0.62
329	52.6	828.6908078	57.4	0.55	17.21	0.62
330	52.6	835.6545961	55.5	0.77	17.68	0.61
331	52.5	828.6908078	54.6	2.54	17.68	0.61

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
332	53.6	800.8356546	56.2	0.57	17.42	0.61
333	52.6	766.0167131	55.4	0.56	17.3	0.61
334	52.5	772.9805014	55.1	0.73	17.31	0.61
335	53.1	696.3788301	54.1	1.16	17.04	0.6
336	52	717.270195	54.8	3.11	17	0.6
337	52.5	724.2339833	54.3	0.91	17.15	0.59
338	52.5	724.2339833	54	0.05	17.1	0.59
339	50	522.2841226	56.6	1.04	16.03	0.57
340	47.9	522.2841226	57.5	0.96	15.83	0.57
341	45.8	605.8495822	53.1	1.2	17.06	0.59
342	46	598.8857939	52.5	1.02	17.04	0.59
343	48.2	717.270195	51.8	1.15	17.28	0.6
344	48	626.7409471	51.8	0.83	17.3	0.6
345	50.8	591.9220056	51.4	2.05	15.85	0.56
346	47.6	522.2841226	51.3	1.35	16.85	0.55
347	47.2	355.1532033	53	0.73	11.36	0.49

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
348	44.4	201.9498607	54.1	1.32	3.2	0.22
349	41.8	459.6100279	56.1	1.78	14.78	0.22
350	41.8	459.6100279	56	1.75	14.7	0.18
351	43.4	473.5376045	56	0.42	15.25	0.39
352	45.4	536.2116992	55.4	0.26	16.02	0.42
353	46.6	494.4289694	57.6	1.87	15.34	0.42
354	45.6	445.6824513	55.3	1.2	13.17	0.53
355	45.1	445.6824513	55.4	1.27	13.76	0.53
356	45	445.6824513	55.4	1.26	13.71	0.53
357	44	355.1532033	50.8	0.76	9.6	0.42
358	44	362.1169916	50.7	0.76	9.6	0.42
359	45	383.0083565	55.7	0.72	11.05	0.46
360	42.8	362.1169916	52	0.71	9.36	0.42
361	42.7	355.1532033	53.2	0.12	9.07	0.43
362	41.4	341.2256267	55.9	0.51	8.33	0.4
363	40.5	327.2980501	56.8	1.29	7.75	0.38

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
364	40.4	292.4791086	58.7	1.5	6.27	0.34
365	40.3	271.5877437	59.8	0.51	5.63	0.31
366	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
367	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24
368	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
369	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
370	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
371	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
372	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
373	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
374	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
375	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
376	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
377	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06
378	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
379	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
380	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
381	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02
382	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
383	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
384	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
385	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
386	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
387	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
388	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
389	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
390	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
391	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
392	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
393	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
394	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
395	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.61

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
396	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.58
397	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
398	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45
399	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.57
400	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
401	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
402	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
403	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
404	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
405	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
406	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
407	44	626.7409471	63.1	0.69	16.82	0.61
408	45.6	633.7047354	63.5	0.67	16.92	0.61
409	45.7	640.6685237	63.5	0.36	16.95	0.6
410	46.2	647.632312	60.4	0.45	16.86	0.61
411	46.1	661.5598886	61.8	0.36	16.88	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
412	48.1	654.5961003	60.8	1.05	16.77	0.6
413	48	689.4150418	60	0.96	17.02	0.61
414	48.1	696.3788301	58.6	0.53	17.07	0.61
415	49	745.1253482	58.2	0.26	17.18	0.62
416	49.7	752.0891365	58	0.46	17.2	0.62
417	49.8	772.9805014	59.5	0.53	17.36	0.62
418	49.9	779.9442897	58.6	0.88	17.31	0.62
419	51.2	786.908078	57.5	0.57	17.29	0.61
420	50.8	800.8356546	56.1	0.75	17.31	0.62
421	50.8	800.8356546	56.8	0.38	17.31	0.62
422	50.8	772.9805014	54.6	0.02	17.05	0.62
423	51.2	752.0891365	55.9	0.5	17.04	0.62
424	50	800.8356546	55.1	1.12	17.46	0.47
425	51.8	821.7270195	55.4	1.08	17.2	0.55
426	53.4	821.7270195	56.2	0.37	17.3	0.63
427	50.4	828.6908078	55.3	0.03	17.33	0.63

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
428	50.8	835.6545961	54.6	0.47	17.31	0.63
429	50	856.545961	54.3	0.61	17.41	0.63
430	50.2	856.545961	53.8	0.47	17.37	0.63
431	49.6	856.545961	55.2	1.24	17.44	0.63
432	49.4	863.5097493	55.5	0.5	17.36	0.63
433	50.6	877.4373259	54.8	1.3	17.39	0.63
434	51.8	877.4373259	55.4	0.92	17.44	0.63
435	51.4	891.3649025	55.4	0.02	17.46	0.63
436	50.6	898.3286908	54.7	0.74	17.45	0.63
437	50.4	898.3286908	55.1	0.6	17.48	0.63
438	52.6	898.3286908	57.7	0.75	17.46	0.62
439	53.4	905.2924791	57.1	0.77	17.54	0.62
440	53.8	905.2924791	55.5	0.77	17.51	1
441	53.6	905.2924791	55.9	0.53	17.44	0.61
442	52	898.3286908	57	0.67	17.5	0.61
443	51.2	898.3286908	56	1.67	17.55	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
444	51	905.2924791	56.2	1.07	17.55	0.62
445	51.8	891.3649025	58.9	0.89	17.57	0.62
446	50.2	884.4011142	58.1	0.11	17.46	0.62
447	53.6	884.4011142	56.8	0.6	17.39	0.61
448	54.2	877.4373259	54.8	0.3	17.34	0.62
449	54.4	870.4735376	57.8	0.71	17.31	0.63
450	53	856.545961	55.9	0.64	17.34	0.62
451	52	856.545961	56.6	0.91	17.34	0.62
452	50.8	856.545961	56.8	0.88	17.34	0.62
453	50.6	849.5821727	55.7	0.83	17.28	0.62
454	53.4	849.5821727	54	0.61	17.27	0.62
455	53	835.6545961	55.3	1.03	17.28	0.62
456	52.6	828.6908078	57.4	0.55	17.21	0.62
457	52.5	821.7270195	57	0.43	17.41	0.62
458	51.4	814.7632312	58	1.71	17.46	0.62
459	52	807.7994429	57.8	0.3	17.3	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
460	50.8	800.8356546	56.4	1.15	17.38	0.62
461	53	788.9972145	53.5	0.6	17.25	0.62
462	54.4	772.9805014	52.9	0.87	16.98	0.6
463	53.5	759.0529248	53.9	0.95	17.02	0.61
464	50.7	752.0891365	54.3	0.15	17.05	0.61
465	51.6	738.1615599	53.6	1	17.12	0.61
466	50.9	731.1977716	53.9	0.9	17.03	0.61
467	50.8	717.270195	56.1	1.11	16.99	0.61
468	50.3	703.3426184	56	1.04	17.1	0.615
469	50.1	689.4150418	55.2	0.62	16.95	0.611
470	49.6	675.4874652	55.7	1.13	16.9	0.61
471	46	661.5598886	55.5	1.11	11.4	0.613
472	46.2	654.5961003	56.6	1.03	9.8	0.611
473	45.5	640.6685237	57.3	0.55	10.1	0.607
474	44.2	633.7047354	56.1	0.6	9.8	0.607
475	44.3	626.7409471	57.5	1.32	9.2	0.609

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
476	42.2	571.0306407	57.7	0.66	10.5	0.596
477	43.6	564.0668524	56.4	0.45	16.55	0.599
478	45.8	466.5738162	55.7	0.79	14.7	0.55
479	40	264.6239554	57.6	0.57	5.04	0.312
480	38.6	118.3844011	58.6	1.36	1.85	0.156
481	37.2	229.8050139	59.2	0.51	5.12	0.276
482	38.8	369.0807799	59.6	0.22	11.43	0.48
483	40.4	417.8272981	60.5	0.61	12.67	0.505
484	39.8	494.4289694	61.9	0.85	15.01	0.56
485	39.4	160.1671309	58.6	1.01	2.8	0.204
486	37.8	167.1309192	58.7	0.76	2.87	0.215
487	37.8	167.1309192	60.6	1.06	3	0.22
488	37.6	104.4568245	60.5	0.8	1.32	0.13
489	35.8	69.63788301	62.1	0.54	0.69	0.09
490	32.4	48.74651811	63	1.56	0.46	0.072
491	33.8	48.74651811	61	0.92	0.43	0.086

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
492	33.6	48.74651811	63.2	0.04	0.46	0.071
493	33.8	55.71030641	62.4	0	0.48	0.074
494	33.6	55.71030641	63.3	0.85	0.54	0.079
495	33.2	55.71030641	62.2	0.65	0.57	0.082
496	33.4	55.71030641	62.9	0.65	1	0.085
497	33.2	55.71030641	62.8	0.69	0.59	0.085
498	33.8	0	57.3	0.86	0.89	0.11
499	33.3	27.8551532	58.2	0.18	0.35	0.06
500	32.9	13.9275766	58.8	0.41	0.22	0.04
501	32.6	13.9275766	58.7	1.13	0.21	0.04
502	32.5	13.9275766	58.5	1.05	0.23	0.04
503	32.2	27.8551532	60.2	1.05	0.33	0.06
504	32.1	27.8551532	60.6	0.52	0.32	0.06
505	31.9	0.208913649	67.8	2.02	0.315	0.051
506	31.6	0.208913649	66.7	0.84	0.84	0.042
507	31.3	0	67.4	1.73	0.73	0.021

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
508	31	0	67.3	2.1	0.81	0.011
509	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
510	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
511	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
512	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
513	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
514	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
515	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
516	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
517	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
518	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
519	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
520	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
521	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
522	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.6
523	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.6

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
524	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
525	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45
526	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
527	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
528	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
529	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
530	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
531	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
532	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
533	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
534	44	626.7409471	63.1	0.69	16.82	0.61
535	45.6	633.7047354	63.5	0.67	16.92	0.61
536	45.7	640.6685237	63.5	0.36	16.95	0.6
537	46.2	647.632312	60.4	0.45	16.86	0.61
538	46.1	661.5598886	61.8	0.36	16.88	0.62
539	48.1	654.5961003	60.8	1.05	16.77	0.6

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
540	48	689.4150418	60	0.96	17.02	0.61
541	48.1	696.3788301	58.6	0.53	17.07	0.61
542	49	745.1253482	58.2	0.26	17.18	0.62
543	49.7	752.0891365	58	0.46	17.2	0.62
544	49.8	772.9805014	59.5	0.53	17.36	0.62
545	49.9	779.9442897	58.6	0.88	17.31	0.62
546	51.2	786.908078	57.5	0.57	17.29	0.61
547	50.8	800.8356546	56.1	0.75	17.31	0.62
548	50.8	800.8356546	56.8	0.38	17.31	0.62
549	50.8	772.9805014	54.6	0.02	17.05	0.62
550	51.2	752.0891365	55.9	0.5	17.04	0.62
551	51.2	752.0891365	55.9	0.45	17.05	0.62
552	51.5	821.7270195	54.7	0	17.27	0.625
553	52.8	835.6545961	55	0	17.34	0.62
554	52.7	828.6908078	54.3	0.5	17.26	0.62
555	52.5	849.5821727	53.8	0.28	17.2	0.63

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
556	54.1	814.7632312	56.3	0.49	17.13	0.625
557	54.4	842.6183844	55.3	0.64	17.26	0.63
558	54.2	779.9442897	56.1	0.09	17.06	0.61
559	52.6	828.6908078	59.8	1.49	17.36	0.63
560	52.4	766.0167131	55.2	0.12	17.06	0.62
561	51.6	759.0529248	57.3	0.54	17.09	0.61
562	51.6	759.0529248	57	0.58	17.09	0.62
563	52.2	766.0167131	55.7	0.68	17.24	0.62
564	53	828.6908078	54.3	0.47	17.37	0.62
565	53.6	870.4735376	54	1.03	17.38	0.62
566	53.6	821.7270195	54	0.59	17.17	0.61
567	53.5	835.6545961	54.8	0.69	17.21	0.63
568	53.8	849.5821727	52.1	1.28	17.25	0.63
569	54.4	793.8718663	53.2	1.56	17.14	0.61
570	54.1	800.8356546	53.8	1.21	17.26	0.61
571	54.2	828.6908078	55.1	0.82	17.36	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
572	51.4	800.8356546	52.7	0.41	17.2	0.61
573	51.5	814.7632312	50.5	0.48	17.24	0.61
574	52.8	814.7632312	51.5	0.72	17.16	0.61
575	53.5	772.9805014	51.4	0.11	16.89	0.6
576	52.8	717.270195	49.6	0.79	17.45	0.61
577	52.2	745.1253482	51.4	0.48	17.28	0.61
578	51.8	891.3649025	49.1	0.67	17.23	0.61
579	52.2	884.4011142	48	0.56	17.18	0.62
580	53.1	849.5821727	49.6	0.53	17.09	0.61
581	56.4	828.6908078	48.8	0.17	17.13	0.61
582	55.5	821.7270195	46.7	0.02	17.13	0.61
583	55.4	821.7270195	46.8	0.06	17.09	0.61
584	55.5	800.8356546	48.2	0.67	17.09	0.61
585	55	807.7994429	48.2	0.24	16.59	0.61
586	55.3	807.7994429	49.8	0.47	16.77	0.61
587	56.2	772.9805014	47	0.41	16.91	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
588	55.8	717.270195	47.5	0.15	16.75	0.6
589	55.1	745.1253482	47.9	0.86	16.53	0.6
590	55.2	682.4512535	47.9	0.55	16.06	0.61
591	53.4	619.7771588	49.9	1.64	16.44	0.61
592	51.8	612.8133705	49.2	0.16	16.24	0.61
593	52	591.9220056	50.5	2.33	16.46	0.61
594	51.2	536.2116992	52.2	0.44	14.6	0.58
595	48.8	417.8272981	50.5	2.33	16.46	0.61
596	53.4	619.7771588	49.9	1.64	16.44	0.61
597	51.8	612.8133705	49.2	0.16	16.24	0.61
598	43.8	403.8997214	53.1	0.04	14.51	0.53
599	45.2	417.8272981	54.2	0.9	14.6	0.55
600	43.8	403.8997214	53.1	0.04	14.51	0.53
601	44	431.7548747	53.3	0.05	15.06	0.55
602	45.2	466.5738162	51.3	0.9	15.66	0.57
603	45	431.7548747	53	0.41	15.11	0.56

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
604	46.2	487.4651811	52.2	0.03	15.99	0.58
605	45.8	466.5738162	53.6	0.63	15.61	0.57
606	46.2	403.8997214	51.5	0.44	14.71	0.54
607	45.4	396.9359331	52.5	0.1	13.66	0.53
608	45	341.2256267	53	0.9	11.46	0.48
609	43.8	292.4791086	52.8	0.57	8.96	0.41
610	42.1	271.5877437	54.3	0.56	8.43	0.39
611	42	278.551532	56.6	0.08		0.39
612	38.8	264.6239554	52.7	0.42	7.98	0.37
613	40.8	250.6963788	55.5	1.26	7.32	0.34
614	40.4	243.7325905	55.1	0.78	6.94	0.33
615	41	257.6601671	54	0.97	6.94	0.33
616	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
617	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
618	40.6	243.7325905	53.5	1.01	7.31	0.33
619	40	215.8774373	53.7	0.94	5.89	0.3

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
620	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
621	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24
622	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
623	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
624	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
625	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
626	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
627	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
628	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
629	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
630	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
631	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06
632	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
633	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04
634	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
635	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
636	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
637	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
638	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
639	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
640	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
641	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
642	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
643	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
644	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
645	36.6	369.0807799	54.4	2.15	10.2	0.42
646	37.4	376.0445682	53.7	1.68	10.3	0.41
647	37.7	383.0083565	51.2	1.66	11.2	0.43
648	38.9	383.0083565	48.8	1.28	11.1	0.43
649	38.5	396.9359331	49.7	2.83	11.9	0.43
650	38.2	424.7910864	49.6	1.02	12.2	0.45
651	38.1	396.9359331	50	1.15	11.7	0.44

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
652	33.2	299.4428969	51.4	0	9.6	0.57
653	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
654	42.6	536.2116992	44.8	1.19	12.4	0.47
655	42.3	208.913649	45.3	0	6.1	0.33
656	42.8	299.4428969	44.7	0.6	7.5	0.46
657	40	250.6963788	45.5	2.92	7.8	0.39
658	40.4	403.8997214	45	0.46	15	0.56
659	44.5	612.8133705	35.4	0.95	17.54	0.61
660	45.3	619.7771588	38.5	2.03	17.35	0.62
661	48.3	612.8133705	36	0.77	17.12	0.6
662	45.3	571.0306407	37.6	1.62	16.9	0.6
663	46	661.5598886	37.6	2.09	17.53	0.61
664	48.2	661.5598886	35.7	1.08	17.44	0.61
665	46.3	494.4289694	36.4	0.88	16.15	0.58
666	45.7	174.0947075	38	2.06	3.9	0.26
667	43.8	752.0891365	42.1	2.48	17.88	0.63

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
668	47.9	745.1253482	35.6	0.55	17.06	0.62
669	51.1	779.9442897	35.1	0.48	17.66	0.62
670	50	772.9805014	35.5	1.05	17.67	0.61
671	47.8	807.7994429	35.3	1.99	17.78	0.62
672	48.6	766.0167131	35.4	1.88	17.68	
673	51.7	835.6545961	35.2	0.9	17.88	0.61
674	48.3	835.6545961	35.9	1.8	17.89	0.62
675	52.1	863.5097493	35.1	1.93	17.77	0.62
676	54	793.8718663	49.2	0	17.16	0.59
677	54.6	807.7994429	46.8	0.5	17.2	0.6
678	55.4	807.7994429	46.3	0.35	17.13	0.61
679	56.2	821.7270195	46.9	1	17.05	0.59
680	54.4	821.7270195	44.3	1.02	17.11	0.58
681	55.6	835.6545961	47.4	0.3	17.25	0.58
682	56.2	828.6908078	46.6	0.69	17.19	0.58
683	54.8	835.6545961	48.9	1.08	17.25	0.58

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
684	55.8	849.5821727	47.5	0.65	17.16	0.58
685	56.6	856.545961	46.8	1.84	17.19	0.58
686	56.4	856.545961	46	0.89	17.12	0.59
687	54.2	842.6183844	46.1	1.49	17.25	0.6
688	55.6	856.545961	46.8	0.72	17.24	0.6
689	55.4	863.5097493	48.4	1.38	17.24	0.61
690	55.8	849.5821727	48.4	0.3	17.15	0.61
691	54.2	821.7270195	48.9	0.96	17	0.61
692	51.8	877.4373259	49.5	0.44	17.35	0.62
693	52.6	870.4735376	51	1.42	17.34	0.61
694	54	835.6545961	49.7	0.63	17.22	0.59
695	54.2	877.4373259	48.3	1.57	17.37	0.61
696	52.6	891.3649025	49.2	2.13	17.4	0.61
697	54.4	898.3286908	48.5	0.9	17.51	0.62
698	54.8	891.3649025	49	1.17	17.34	0.61
699	53.2	877.4373259	49.6	0.77	17.31	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
700	54.6	863.5097493	46	1.38	17.35	0.6
701	53.6	849.5821727	47	1	17.22	0.61
702	52.6	842.6183844	48.2	0.76	17.24	0.61
703	53	849.5821727	47.5	0.64	17.23	0.61
704	50.4	863.5097493	46.4	0.44	17.35	0.55
705	53.6	877.4373259	46.3	0.78	17.29	0.57
706	51.4	835.6545961	47.9	1.1	17.43	0.57
707	51.8	856.545961	47.8	1.43	17.45	0.58
708	51.4	738.1615599	45.8	1.9	16.9	0.57
709	50.2	591.9220056	44.5	0.05	16.45	0.57
710	47.2	424.7910864	46.1	1.09	14.29	0.53
711	45.4	334.2618384	42.8	0.55	11.28	0.47
712	43.6	341.2256267	44.6	0.49	12.08	0.48
713	47.8	605.8495822	46.8	0.03	17.06	0.61
714	48	543.1754875	44.5	0.38	16.34	0.58
715	51	800.8356546	38.4	1.68	17.63	0.58

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
716	48.4	724.2339833	41.7	0.67	17.55	0.6
717	49.6	766.0167131	38.2	0.94	17.71	0.61
718	48.2	759.0529248	40.7	0.65	17.65	0.6
719	49.2	793.8718663	39.5	1.71	17.7	0.6
720	50.1	814.7632312	36.8	3.4	17.76	0.61
721	49.6	800.8356546	39.5	1.08	17.77	0.6
722	49	752.0891365	38.8	1.82	17.66	0.6
723	46.6	452.6462396	43.1	3.11	16.74	0.56
724	44.8	522.2841226	44.6	1.4	16.96	0.59
725	44.9	605.8495822	45	0.91	17.42	0.6
726	46.3	571.0306407	44.3	0.73	16.72	0.6
727	43.6	299.4428969	45.9	1.29	11.3	0.45
728	41.9	536.2116992	47.1	0.81	17.54	0.59
729	43	341.2256267	44.3	0.03	13.18	0.47
730	39.4	174.0947075	50.5	1.65	4.55	0.28
731	39	334.2618384	50.7	1.96	12.08	0.46

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
732	39.4	264.6239554	49.8	0.53	7.04	0.35
733	39.4	264.6239554	50.5	0.53	7.03	0.35
734	40.6	250.6963788	55	0.94	6.59	0.34
735	40.6	250.6963788	54.9	1.08	6.74	0.35
736	41.2	243.7325905	54.1	0.74	6.37	0.33
737	41	243.7325905	52.4	1.13	6.13	0.32
738	41.2	243.7325905	52.2	1.85	6.08	0.32
739	41.6	264.6239554	54.4	0.91	7.07	0.35
740	41.6	299.4428969	53	0.69	8.67	0.4
741	41.6	306.4066852	53.5	0.49	8.91	0.4
742	41	257.6601671	53.3	0	7.07	0.34
743	41	243.7325905	51.4	1	6.34	0.32
744	41.2	201.9498607	51.4	0.68	4.54	0.26
745	38.4	201.9498607	53.9	0.67	4.49	0.26
746	38.2	139.275766	55	0.53	2.41	0.18
747	37.2	139.275766	56.2	0.46	1.12	0.18

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
748	34	83.56545961	56.1	1	0.7	0.12
749	36	62.67409471	56.1	0.67	0.5	0.09
750	35.8	675.4874652	56.8	0.48	0.65	0.08
751	35.8	48.74651811	56.5	0.03	0.56	0.05
752	35.8	48.74651811	56.5	0.51	0.49	0.07
753	35.2	48.74651811	56.5	0.38	0.49	0.07
754	35.2	34.8189415	58.3	0.75	0.39	0.01
755	34.4	34.8189415	58	0.15	0.41	0.05
756	34.2	34.8189415	57.1	0.29	0.38	0.01
757	33.6	27.8551532	58	2.35	0.25	0.02
758	34	20.8913649	58.4	0.67	0.24	0.03
759	33.6	20.8913649	61.1	0.81	0.23	0.03
760	33.4	20.8913649	60.9	0.85	0.2	0.03
761	33	13.9275766	61.4	0.35	0.154	0.02
762	32.6	6.963788301	61.4	0.46	0.123	0.01
763	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
764	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
765	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
766	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
767	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
768	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
769	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
770	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
771	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
772	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
773	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
774	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
775	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
776	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.57
777	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.59
778	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
779	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
780	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47
781	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
782	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
783	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
784	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
785	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
786	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
787	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
788	50.2	793.8718663	56.5	0.44	17.64	0.62
789	50.8	821.7270195	55.1	0.55	17.57	0.55
790	50	654.5961003	56.2	0.67	17.08	0.61
791	49.6	647.632312	55.2	0.97	16.99	0.61
792	47.8	529.2479109	56.9	0.15	16.29	0.6
793	48.6	752.0891365	56.1	0.72	17.64	0.63
794	49.4	661.5598886	56.8	0.87	17.17	0.62
795	50	717.270195	54.9	0.28	17.28	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
796	50.4	696.3788301	53.9	0.91	17.13	0.62
797	47.6	605.8495822	55.9	0.65	16.77	0.61
798	47.6	591.9220056	56.5	0.89	16.8	0.61
799	48.6	696.3788301	57.4	0.79	17.33	0.62
800	50.2	828.6908078	57.2	0.55	17.6	0.63
801	52	800.8356546	55.7	0.02	17.47	0.62
802	51.8	856.545961	55.2	0.64	17.59	0.62
803	52.6	856.545961	55.2	1.75	17.61	0.62
804	52.6	891.3649025	53.8	0.43	17.54	0.62
805	55.2	898.3286908	55.6	1.21	17.51	0.62
806	55.4	898.3286908	55	0.24	17.38	0.61
807	52.2	898.3286908	55	1.19	17.59	0.62
808	55.4	898.3286908	53.5	0.85	17.53	0.62
809	55.4	919.2200557	54	1.61	17.57	0.62
810	54.9	926.183844	53.8	1.2	17.43	0.62
811	54.6	898.3286908	54	0	17.42	0.62

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
812	54.6	745.1253482	53.6	1.45	17.12	0.62
813	53.8	710.3064067	53.5	0.99	16.97	0.61
814	52.4	703.3426184	54.2	1.03	17.05	0.61
815	50	515.3203343	53.8	0.5	15.88	0.59
816	46.2	508.356546	54.1	0.46	16.02	0.59
817	44.4	452.6462396	54	1.41	14.72	0.56
818	44.8	536.2116992	53.4	0.98	16.29	0.6
819	45.6	480.5013928	54.8	0.88	15.55	0.58
820	43.8	647.632312	54	0.88	17.32	0.62
821	46.6	766.0167131	54.2	1.6	17.63	0.62
822	46.4	480.5013928	53.3	0.52	15.39	0.58
823	45.2	598.8857939	54.2	0.26	16.98	0.61
824	46.6	717.270195	53	0.21	17.38	0.61
825	48.4	835.6545961	53.8	1.54	17.68	0.61
826	51.8	891.3649025	58.9	0.89	17.57	0.62
827	50.2	884.4011142	58.1	0.11	17.46	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
828	53.6	884.4011142	56.8	0.6	17.39	0.61
829	54.2	877.4373259	54.8	0.3	17.34	0.62
830	54.4	870.4735376	57.8	0.71	17.31	0.63
831	53	856.545961	55.9	0.64	17.34	0.62
832	52	856.545961	56.6	0.91	17.34	0.62
833	50.8	856.545961	56.8	0.88	17.34	0.62
834	50.6	849.5821727	55.7	0.83	17.28	0.62
835	53.4	849.5821727	54	0.61	17.27	0.62
836	53	835.6545961	55.3	1.03	17.28	0.62
837	52.6	828.6908078	57.4	0.55	17.21	0.62
838	52.6	835.6545961	55.5	0.77	17.68	0.61
839	52.5	828.6908078	54.6	2.54	17.68	0.61
840	53.6	800.8356546	56.2	0.57	17.42	0.61
841	52.6	766.0167131	55.4	0.56	17.3	0.61
842	52.5	772.9805014	55.1	0.73	17.31	0.61
843	53.1	696.3788301	54.1	1.16	17.04	0.6

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
844	52	717.270195	54.8	3.11	17	0.6
845	52.5	724.2339833	54.3	0.91	17.15	0.59
846	52.5	724.2339833	54	0.05	17.1	0.59
847	50	522.2841226	56.6	1.04	16.03	0.57
848	47.9	522.2841226	57.5	0.96	15.83	0.57
849	45.8	605.8495822	53.1	1.2	17.06	0.59
850	46	598.8857939	52.5	1.02	17.04	0.59
851	48.2	717.270195	51.8	1.15	17.28	0.6
852	48	626.7409471	51.8	0.83	17.3	0.6
853	50.8	591.9220056	51.4	2.05	15.85	0.56
854	47.6	522.2841226	51.3	1.35	16.85	0.55
855	47.2	355.1532033	53	0.73	11.36	0.49
856	44.4	201.9498607	54.1	1.32	3.2	0.22
857	41.8	459.6100279	56.1	1.78	14.78	0.22
858	41.8	459.6100279	56	1.75	14.7	0.18
859	43.4	473.5376045	56	0.42	15.25	0.39

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
860	45.4	536.2116992	55.4	0.26	16.02	0.42
861	46.6	494.4289694	57.6	1.87	15.34	0.42
862	45.6	445.6824513	55.3	1.2	13.17	0.53
863	45.1	445.6824513	55.4	1.27	13.76	0.53
864	45	445.6824513	55.4	1.26	13.71	0.53
865	44	355.1532033	50.8	0.76	9.6	0.42
866	44	362.1169916	50.7	0.76	9.6	0.42
867	45	383.0083565	55.7	0.72	11.05	0.46
868	42.8	362.1169916	52	0.71	9.36	0.42
869	42.7	355.1532033	53.2	0.12	9.07	0.43
870	41.4	341.2256267	55.9	0.51	8.33	0.4
871	40.5	327.2980501	56.8	1.29	7.75	0.38
872	40.4	292.4791086	58.7	1.5	6.27	0.34
873	40.3	271.5877437	59.8	0.51	5.63	0.31
874	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
875	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
876	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
877	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
878	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
879	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
880	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
881	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
882	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
883	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
884	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
885	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06
886	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
887	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04
888	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
889	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02
890	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
891	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
892	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
893	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
894	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
895	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
896	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
897	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
898	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
899	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
900	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
901	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59
902	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
903	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.61
904	38.2	424.7910864	49.6	1.02	14.2	0.58
905	38.1	396.9359331	50	1.15	14.9	0.59
906	33.2	299.4428969	61.4	0	9.6	0.45
907	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.57

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
908	40.8	452.6462396	66.3	1.33	16.18	0.58
909	40.7	473.5376045	66.9	0.45	16.2	0.59
910	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
911	41	494.4289694	65.7	0	16.17	0.59
912	41	536.2116992	65.9	0.64	16.31	0.59
913	40.8	591.9220056	64.9	0.54	16.8	0.59
914	41	612.8133705	64.5	0.36	16.7	0.6
915	44	626.7409471	63.1	0.69	16.82	0.61
916	45.6	633.7047354	63.5	0.67	16.92	0.61
917	45.7	640.6685237	63.5	0.36	16.95	0.6
918	46.2	647.632312	60.4	0.45	16.86	0.61
919	46.1	661.5598886	61.8	0.36	16.88	0.62
920	48.1	654.5961003	60.8	1.05	16.77	0.6
921	48	689.4150418	60	0.96	17.02	0.61
922	48.1	696.3788301	58.6	0.53	17.07	0.61
923	49	745.1253482	58.2	0.26	17.18	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
924	49.7	752.0891365	58	0.46	17.2	0.62
925	49.8	772.9805014	59.5	0.53	17.36	0.62
926	49.9	779.9442897	58.6	0.88	17.31	0.62
927	51.2	786.908078	57.5	0.57	17.29	0.61
928	50.8	800.8356546	56.1	0.75	17.31	0.62
929	50.8	800.8356546	56.8	0.38	17.31	0.62
930	50.8	772.9805014	54.6	0.02	17.05	0.62
931	51.2	752.0891365	55.9	0.5	17.04	0.62
932	50	800.8356546	55.1	1.12	17.46	0.47
933	51.8	821.7270195	55.4	1.08	17.2	0.55
934	53.4	821.7270195	56.2	0.37	17.3	0.63
935	50.4	828.6908078	55.3	0.03	17.33	0.63
936	50.8	835.6545961	54.6	0.47	17.31	0.63
937	50	856.545961	54.3	0.61	17.41	0.63
938	50.2	856.545961	53.8	0.47	17.37	0.63
939	49.6	856.545961	55.2	1.24	17.44	0.63

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
940	49.4	863.5097493	55.5	0.5	17.36	0.63
941	50.6	877.4373259	54.8	1.3	17.39	0.63
942	51.8	877.4373259	55.4	0.92	17.44	0.63
943	51.4	891.3649025	55.4	0.02	17.46	0.63
944	50.6	898.3286908	54.7	0.74	17.45	0.63
945	50.4	898.3286908	55.1	0.6	17.48	0.63
946	52.6	898.3286908	57.7	0.75	17.46	0.62
947	53.4	905.2924791	57.1	0.77	17.54	0.62
948	53.8	905.2924791	55.5	0.77	17.51	1
949	53.6	905.2924791	55.9	0.53	17.44	0.61
950	52	898.3286908	57	0.67	17.5	0.61
951	51.2	898.3286908	56	1.67	17.55	0.62
952	51	905.2924791	56.2	1.07	17.55	0.62
953	51.8	891.3649025	58.9	0.89	17.57	0.62
954	50.2	884.4011142	58.1	0.11	17.46	0.62
955	53.6	884.4011142	56.8	0.6	17.39	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
956	54.2	877.4373259	54.8	0.3	17.34	0.62
957	54.4	870.4735376	57.8	0.71	17.31	0.63
958	53	856.545961	55.9	0.64	17.34	0.62
959	52	856.545961	56.6	0.91	17.34	0.62
960	50.8	856.545961	56.8	0.88	17.34	0.62
961	50.6	849.5821727	55.7	0.83	17.28	0.62
962	53.4	849.5821727	54	0.61	17.27	0.62
963	53	835.6545961	55.3	1.03	17.28	0.62
964	52.6	828.6908078	57.4	0.55	17.21	0.62
965	52.5	821.7270195	57	0.43	17.41	0.62
966	51.4	814.7632312	58	1.71	17.46	0.62
967	52	807.7994429	57.8	0.3	17.3	0.62
968	50.8	800.8356546	56.4	1.15	17.38	0.62
969	53	788.9972145	53.5	0.6	17.25	0.62
970	54.4	772.9805014	52.9	0.87	16.98	0.6
971	53.5	759.0529248	53.9	0.95	17.02	0.61

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
972	50.7	752.0891365	54.3	0.15	17.05	0.61
973	51.6	738.1615599	53.6	1	17.12	0.61
974	50.9	731.1977716	53.9	0.9	17.03	0.61
975	50.8	717.270195	56.1	1.11	16.99	0.61
976	50.3	703.3426184	56	1.04	17.1	0.615
977	50.1	689.4150418	55.2	0.62	16.95	0.611
978	49.6	675.4874652	55.7	1.13	16.9	0.61
979	46	661.5598886	55.5	1.11	11.4	0.613
980	46.2	654.5961003	56.6	1.03	9.8	0.611
981	45.5	640.6685237	57.3	0.55	10.1	0.607
982	44.2	633.7047354	56.1	0.6	9.8	0.607
983	44.3	626.7409471	57.5	1.32	9.2	0.609
984	42.2	571.0306407	57.7	0.66	10.5	0.596
985	43.6	564.0668524	56.4	0.45	16.55	0.599
986	45.8	466.5738162	55.7	0.79	14.7	0.55
987	40	264.6239554	57.6	0.57	5.04	0.312

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
988	38.6	118.3844011	58.6	1.36	1.85	0.156
989	37.2	229.8050139	59.2	0.51	5.12	0.276
990	38.8	369.0807799	59.6	0.22	11.43	0.48
991	40.4	417.8272981	60.5	0.61	12.67	0.505
992	39.8	494.4289694	61.9	0.85	15.01	0.56
993	39.4	160.1671309	58.6	1.01	2.8	0.204
994	37.8	167.1309192	58.7	0.76	2.87	0.215
995	37.8	167.1309192	60.6	1.06	3	0.22
996	37.6	104.4568245	60.5	0.8	1.32	0.13
997	35.8	69.63788301	62.1	0.54	0.69	0.09
998	32.4	48.74651811	63	1.56	0.46	0.072
999	33.8	48.74651811	61	0.92	0.43	0.086
1000	33.6	48.74651811	63.2	0.04	0.46	0.071
1001	33.8	55.71030641	62.4	0	0.48	0.074
1002	33.6	55.71030641	63.3	0.85	0.54	0.079
1003	33.2	55.71030641	62.2	0.65	0.57	0.082

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1004	33.4	55.71030641	62.9	0.65	1	0.085
1005	33.2	55.71030641	62.8	0.69	0.59	0.085
1006	33.8	0	57.3	0.86	0.89	0.11
1007	33.3	27.8551532	58.2	0.18	0.35	0.06
1008	32.9	13.9275766	58.8	0.41	0.22	0.04
1009	32.6	13.9275766	58.7	1.13	0.21	0.04
1010	32.5	13.9275766	58.5	1.05	0.23	0.04
1011	32.2	27.8551532	60.2	1.05	0.33	0.06
1012	32.1	27.8551532	60.6	0.52	0.32	0.06
1013	31.9	0.208913649	67.8	2.02	0.315	0.051
1014	31.6	0.208913649	66.7	0.84	0.84	0.042
1015	31.3	0	67.4	1.73	0.73	0.021
1016	31	0	67.3	2.1	0.81	0.011
1017	52.6	856.545961	55.2	1.75	17.61	0.62
1018	52.6	891.3649025	53.8	0.43	17.54	0.62
1019	55.2	898.3286908	55.6	1.21	17.51	0.62

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1020	55.4	898.3286908	55	0.24	17.38	0.61
1021	52.2	898.3286908	55	1.19	17.59	0.62
1022	55.4	898.3286908	53.5	0.85	17.53	0.62
1023	55.4	919.2200557	54	1.61	17.57	0.62
1024	54.9	926.183844	53.8	1.2	17.43	0.62
1025	54.6	898.3286908	54	0	17.42	0.62
1026	54.6	745.1253482	53.6	1.45	17.12	0.62
1027	53.8	710.3064067	53.5	0.99	16.97	0.61
1028	52.4	703.3426184	54.2	1.03	17.05	0.61
1029	50	515.3203343	53.8	0.5	15.88	0.59
1030	46.2	508.356546	54.1	0.46	16.02	0.59
1031	44.4	452.6462396	54	1.41	14.72	0.56
1032	44.8	536.2116992	53.4	0.98	16.29	0.6
1033	45.6	480.5013928	54.8	0.88	15.55	0.58
1034	43.8	647.632312	54	0.88	17.32	0.62
1035	46.6	766.0167131	54.2	1.6	17.63	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1036	46.4	480.5013928	53.3	0.52	15.39	0.58
1037	45.2	598.8857939	54.2	0.26	16.98	0.61
1038	46.6	717.270195	53	0.21	17.38	0.61
1039	48.4	835.6545961	53.8	1.54	17.68	0.61
1040	51.8	891.3649025	58.9	0.89	17.57	0.62
1041	50.2	884.4011142	58.1	0.11	17.46	0.62
1042	53.6	884.4011142	56.8	0.6	17.39	0.61
1043	54.2	877.4373259	54.8	0.3	17.34	0.62
1044	54.4	870.4735376	57.8	0.71	17.31	0.63
1045	53	856.545961	55.9	0.64	17.34	0.62
1046	52	856.545961	56.6	0.91	17.34	0.62
1047	50.8	856.545961	56.8	0.88	17.34	0.62
1048	50.6	849.5821727	55.7	0.83	17.28	0.62
1049	53.4	849.5821727	54	0.61	17.27	0.62
1050	53	835.6545961	55.3	1.03	17.28	0.62
1051	52.6	828.6908078	57.4	0.55	17.21	0.62

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1052	52.6	835.6545961	55.5	0.77	17.68	0.61
1053	52.5	828.6908078	54.6	2.54	17.68	0.61
1054	53.6	800.8356546	56.2	0.57	17.42	0.61
1055	52.6	766.0167131	55.4	0.56	17.3	0.61
1056	52.5	772.9805014	55.1	0.73	17.31	0.61
1057	53.1	696.3788301	54.1	1.16	17.04	0.6
1058	52	717.270195	54.8	3.11	17	0.6
1059	52.5	724.2339833	54.3	0.91	17.15	0.59
1060	52.5	724.2339833	54	0.05	17.1	0.59
1061	50	522.2841226	56.6	1.04	16.03	0.57
1062	47.9	522.2841226	57.5	0.96	15.83	0.57
1063	45.8	605.8495822	53.1	1.2	17.06	0.59
1064	46	598.8857939	52.5	1.02	17.04	0.59
1065	48.2	717.270195	51.8	1.15	17.28	0.6
1066	48	626.7409471	51.8	0.83	17.3	0.6
1067	50.8	591.9220056	51.4	2.05	15.85	0.56

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1068	47.6	522.2841226	51.3	1.35	16.85	0.55
1069	47.2	355.1532033	53	0.73	11.36	0.49
1070	44.4	201.9498607	54.1	1.32	3.2	0.22
1071	41.8	459.6100279	56.1	1.78	14.78	0.22
1072	41.8	459.6100279	56	1.75	14.7	0.18
1073	43.4	473.5376045	56	0.42	15.25	0.39
1074	45.4	536.2116992	55.4	0.26	16.02	0.42
1075	46.6	494.4289694	57.6	1.87	15.34	0.42
1076	45.6	445.6824513	55.3	1.2	13.17	0.53
1077	45.1	445.6824513	55.4	1.27	13.76	0.53
1078	45	445.6824513	55.4	1.26	13.71	0.53
1079	44	355.1532033	50.8	0.76	9.6	0.42
1080	44	362.1169916	50.7	0.76	9.6	0.42
1081	45	383.0083565	55.7	0.72	11.05	0.46
1082	42.8	362.1169916	52	0.71	9.36	0.42
1083	42.7	355.1532033	53.2	0.12	9.07	0.43

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1084	41.4	341.2256267	55.9	0.51	8.33	0.4
1085	40.5	327.2980501	56.8	1.29	7.75	0.38
1086	40.4	292.4791086	58.7	1.5	6.27	0.34
1087	40.3	271.5877437	59.8	0.51	5.63	0.31
1088	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
1089	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24
1090	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
1091	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
1092	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
1093	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
1094	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
1095	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
1096	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
1097	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
1098	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
1099	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1100	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
1101	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04
1102	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
1103	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02
1104	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
1105	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3
1106	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
1107	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
1108	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
1109	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
1110	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
1111	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
1112	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
1113	36.6	369.0807799	54.4	2.15	12.2	0.56
1114	37.4	376.0445682	53.7	1.68	12.3	0.57
1115	37.7	383.0083565	51.2	1.66	13.2	0.59

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1116	38.9	383.0083565	48.8	1.28	13.1	0.58
1117	38.5	396.9359331	49.7	2.83	14.1	0.61
1118	45	341.2256267	53	0.9	11.46	0.48
1119	43.8	292.4791086	52.8	0.57	8.96	0.41
1120	42.1	271.5877437	54.3	0.56	8.43	0.39
1121	42	278.551532	56.6	0.08		0.39
1122	38.8	264.6239554	52.7	0.42	7.98	0.37
1123	40.8	250.6963788	55.5	1.26	7.32	0.34
1124	40.4	243.7325905	55.1	0.78	6.94	0.33
1125	41	257.6601671	54	0.97	6.94	0.33
1126	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
1127	40.6	236.7688022	54	0.86	6.94	0.33
1128	40.6	243.7325905	53.5	1.01	7.31	0.33
1129	40	215.8774373	53.7	0.94	5.89	0.3
1130	39.8	181.0584958	53.2	0.33	4.32	0.26
1131	38.7	167.1309192	53.9	1.15	3.82	0.24

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1132	37.4	132.3119777	55.9	0.8	3.15	0.19
1133	37.6	118.3844011	55.2	1.03	2.78	0.17
1134	36.8	111.4206128	56.6	0.45	2.63	0.16
1135	36.4	97.49303621	58	0.82	1.81	0.14
1136	35.9	90.52924791	59.1	0.63	1.5	0.13
1137	35.8	76.60167131	59.8	0.51	1.23	0.11
1138	35.4	69.63788301	60	0.6	0.96	0.1
1139	34.8	55.71030641	60.3	0	0.66	0.08
1140	34.6	48.74651811	60.9	0.6	0.57	0.07
1141	34.2	41.78272981	61	0.1	0.55	0.06
1142	33.6	27.8551532	62.2	0.74	0.392	0.05
1143	33	20.8913649	61	0.84	0.26	0.04
1144	32.5	13.9275766	62.2	0	0.26	0.03
1145	32.6	13.9275766	62	0.02	0.2	0.02
1146	29.6	181.0584958	64.1	0	3.2	0.24
1147	29.3	201.9498607	64.2	0	3.7	0.3

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1148	30.3	167.1309192	62	0.44	2.99	0.24
1149	32.1	188.0222841	61	0.98	3.3	0.29
1150	30.7	257.6601671	61.5	0.88	5.1	0.33
1151	34.5	292.4791086	58.2	0.75	6.2	0.38
1152	35	334.2618384	57	1.43	9.8	0.42
1153	35.3	341.2256267	56.1	0.98	10.01	0.44
1154	35.6	369.0807799	55.4	2.15	12.2	0.56
1155	36.6	369.0807799	54.4	2.15	10.2	0.42
1156	37.4	376.0445682	53.7	1.68	10.3	0.41
1157	37.7	383.0083565	51.2	1.66	11.2	0.43
1158	38.9	383.0083565	48.8	1.28	11.1	0.43
1159	38.5	396.9359331	49.7	2.83	11.9	0.43
1160	38.2	424.7910864	49.6	1.02	12.2	0.45
1161	38.1	396.9359331	50	1.15	11.7	0.44
1162	33.2	299.4428969	51.4	0	9.6	0.57
1163	38.9	473.5376045	47.6	0.86	12.2	0.47

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1164	42.6	536.2116992	44.8	1.19	12.4	0.47
1165	42.3	208.913649	45.3	0	6.1	0.33
1166	42.8	299.4428969	44.7	0.6	7.5	0.46
1167	40	250.6963788	45.5	2.92	7.8	0.39
1168	40.4	403.8997214	45	0.46	15	0.56
1169	44.5	612.8133705	35.4	0.95	17.54	0.61
1170	45.3	619.7771588	38.5	2.03	17.35	0.62
1171	48.3	612.8133705	36	0.77	17.12	0.6
1172	45.3	571.0306407	37.6	1.62	16.9	0.6
1173	46	661.5598886	37.6	2.09	17.53	0.61
1174	48.2	661.5598886	35.7	1.08	17.44	0.61
1175	46.3	494.4289694	36.4	0.88	16.15	0.58
1176	45.7	174.0947075	38	2.06	3.9	0.26
1177	43.8	752.0891365	42.1	2.48	17.88	0.63
1178	47.9	745.1253482	35.6	0.55	17.06	0.62
1179	51.1	779.9442897	35.1	0.48	17.66	0.62

data ke	suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Irradiant (Watt/m 2)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1180	50	772.9805014	35.5	1.05	17.67	0.61
1181	47.8	807.7994429	35.3	1.99	17.78	0.62
1182	48.6	766.0167131	35.4	1.88	17.68	
1183	51.7	835.6545961	35.2	0.9	17.88	0.61
1184	48.3	835.6545961	35.9	1.8	17.89	0.62
1185	52.1	863.5097493	35.1	1.93	17.77	0.62
1186	54	793.8718663	49.2	0	17.16	0.59
1187	54.6	807.7994429	46.8	0.5	17.2	0.6
1188	55.4	807.7994429	46.3	0.35	17.13	0.61
1189	56.2	821.7270195	46.9	1	17.05	0.59
1190	54.4	821.7270195	44.3	1.02	17.11	0.58
1191	55.6	835.6545961	47.4	0.3	17.25	0.58
1192	56.2	828.6908078	46.6	0.69	17.19	0.58
1193	54.8	835.6545961	48.9	1.08	17.25	0.58
1194	55.8	849.5821727	47.5	0.65	17.16	0.58
1195	56.6	856.545961	46.8	1.84	17.19	0.58

data ke	suhu (°C)	Irradiant (Watt/m ²)	RH (%)	Kec. Angina (m/s)	tegangan (volt)	Arus (A)
1196	56.4	856.545961	46	0.89	17.12	0.59
1197	54.2	842.6183844	46.1	1.49	17.25	0.6
1198	55.6	856.545961	46.8	0.72	17.24	0.6
1199	55.4	863.5097493	48.4	1.38	17.24	0.61
1200	55.8	849.5821727	48.4	0.3	17.15	0.61
1201	54.2	821.7270195	48.9	0.96	17	0.61
1202	51.8	877.4373259	49.5	0.44	17.35	0.62
1203	52.6	870.4735376	51	1.42	17.34	0.61
1204	54	835.6545961	49.7	0.63	17.22	0.59
1205	54.2	877.4373259	48.3	1.57	17.37	0.61
1206	52.6	891.3649025	49.2	2.13	17.4	0.61
1207	54.4	898.3286908	48.5	0.9	17.51	0.62
1208	54.8	891.3649025	49	1.17	17.34	0.61
1209	53.2	877.4373259	49.6	0.77	17.31	0.61
1210	54.6	863.5097493	46	1.38	17.35	0.6

LAMPIRAN B
Tabel B.1 Normalisasi Input ANFIS

suhu PV	intensitas radiasi	kelembapan	kecepatan angin
0.541218638	0.654676259	0.428571429	-0.547244094
0.225806452	-0.007194245	0.275862069	-0.795275591
-0.677419355	-0.884892086	0.724137931	-1
0.111111111	0.107913669	0.280788177	-0.614173228
0.240143369	-0.064748201	-0.22660099	0.224409449
-0.405017921	-0.755395683	0.369458128	-0.594488189
0.491039427	0.424460432	0.369458128	-0.755905512
0.612903226	0.26618705	0.073891626	-0.937007874
0.46953405	0.597122302	0.581280788	-0.791338583
0.698924731	0.755395683	-0.00985222	-0.748031496
-0.390681004	-0.654676259	0.541871921	-0.700787402
0.053763441	0.294964029	0.75862069	-0.728346457
0.225806452	-0.007194245	0.275862069	-0.795275591
-0.605734767	-0.884892086	0.620689655	-1
-0.799283154	-0.611510791	0.655172414	-0.614173228
-0.161290323	0.107913669	0.896551724	-0.748031496
0.154121864	0.107913669	0.379310345	-0.897637795
0.569892473	0.553956835	0.403940887	-0.803149606
0.35483871	0.366906475	-0.59113301	-0.57480315
-0.204301075	-0.496402878	0.36453202	-0.692913386
-0.369175627	-0.179856115	0.113300493	-0.547244094
0.462365591	0.553956835	0.507389163	-0.818897638
-0.161290323	0.107913669	0.896551724	-0.748031496
-0.691756272	-0.884892086	0.768472906	-0.665354331
-0.304659498	-0.309352518	0.147783251	-0.228346457
-0.369175627	-0.179856115	0.113300493	-0.547244094

suhu PV	intensitas radiasi	kelembapan	kecepatan angin
0.211469534	0.338129496	0.625615764	-0.822834646
-0.419354839	-0.223021583	0.295566502	-0.338582677
0.799283154	0.798561151	0.497536946	-0.720472441
0.813620072	0.856115108	0.310344828	-1
0.154121864	-0.309352518	-0.24137931	-0.783464567
-0.64874552	-0.913669065	0.655172414	-0.960629921
0.605734767	0.726618705	-0.61576355	-0.645669291
-0.799283154	-0.942446043	0.63546798	-0.795275591
0.476702509	0.611510791	0.536945813	-0.653543307
-0.362007168	-0.122302158	0.093596059	-0.598425197
-0.405017921	-0.755395683	0.369458128	-0.594488189
-0.161290323	0.107913669	0.896551724	-0.748031496
0.039426523	-0.395683453	0.251231527	-0.775590551
-0.462365591	-0.769784173	0.438423645	-0.822834646
-0.720430108	-0.884892086	0.743842365	-0.728346457
-0.340501792	-0.179856115	0.098522167	0.114173228
-0.397849462	-0.208633094	0.172413793	-0.346456693
-0.161290323	0.107913669	0.896551724	-0.748031496
0.326164875	0.251798561	-0.04433498	-0.988188976
0.397849462	-0.136690647	0.137931034	-0.082677165
0.799283154	0.597122302	0.256157635	-0.657480315
0.777777778	0.683453237	0.42364532	-0.807086614
0.627240143	0.769784173	0.438423645	-0.641732283
0.684587814	0.683453237	0.187192118	-0.716535433
0.369175627	0.496402878	-0.2955665	-0.736220472
0.326164875	0.669064748	-0.61083744	-0.216535433
0.340501792	0.424460432	0.60591133	-0.622047244
0.197132616	0.237410072	0.236453202	-0.598425197

suhu PV	intensitas radiasi	kelembapan	kecepatan angin
0.784946237	0.81294964	0.02955665	-0.381889764
-0.76344086	-0.971223022	0.704433498	-0.992125984
0.154121864	-0.179856115	0.236453202	-0.960629921
-0.161290323	0.26618705	0.827586207	-0.858267717
-0.677419355	-1	0.472906404	-0.661417323
0.52688172	0.755395683	0.39408867	-0.673228346
0.835125448	0.913669065	0.300492611	-0.527559055
-0.720430108	-0.381294964	0.674876847	-1
0.362007168	0.726618705	-0.58128079	-0.291338583
0.627240143	0.223021583	0.137931034	-0.082677165
-0.311827957	-0.208633094	0.054187192	-0.496062992
-0.64874552	-0.928057554	0.463054187	-0.885826772
0.698924731	0.630215827	0.285714286	-0.763779528
-0.569892473	-0.294964029	0.413793103	-0.614173228
-0.347670251	-0.582733813	0.305418719	-0.736220472
-0.534050179	-0.856115108	0.709359606	-0.787401575
-0.204301075	-0.496402878	0.36453202	-0.692913386
0.655913978	0.582733813	0.369458128	-0.952755906
-0.362007168	-0.122302158	0.093596059	-0.598425197
0.870967742	0.784172662	0.034482759	-0.456692913
-0.075268817	0.179856115	0.492610837	-0.74015748
-0.318996416	-0.237410072	0.586206897	-0.913385827
-0.720430108	-0.884892086	0.743842365	-0.728346457
-0.089605735	-0.424460432	0.438423645	-0.968503937
0.039426523	0.553956835	-0.27586207	-0.023622047
0.634408602	0.784172662	-0.62068966	-0.24015748
-0.247311828	-0.625899281	0.270935961	-0.87007874
-0.340501792	-0.179856115	0.098522167	0.114173228

suhu PV	intensitas radiasi	kelembapan	kecepatan angin
-0.17562724	-0.482014388	0.384236453	-0.503937008
0.569892473	0.856115108	0.408866995	-0.342519685
0.383512545	0.553956835	0.413793103	-0.716535433
0.663082437	0.496402878	0.325123153	-0.641732283
0.870967742	0.784172662	0.034482759	-0.456692913
0.41218638	0.553956835	-0.43842365	-0.283464567
0.039426523	-0.165467626	0.266009852	-0.984251969
-1	-0.582733813	0.812807882	-1
-0.476702509	-0.237410072	0.330049261	-0.153543307
0.168458781	0.309352518	0.778325123	-0.736220472
0.770609319	0.64028777	0.073891626	-1
-0.17562724	0.223021583	0.84729064	-0.787401575
-0.792114695	-0.942446043	0.615763547	-0.586614173
0.383512545	0.438848921	0.477832512	-0.688976378
-0.275985663	-0.45323741	0.103448276	-0.791338583
-0.76344086	-0.971223022	0.704433498	-0.992125984
0.784946237	0.712230216	0.36453202	-0.677165354
0.956989247	0.769784173	-0.04433498	-0.275590551

Table B.2 Nilai Bobot ANFIS

data	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
1	0.101	0.02	0.393	0.03	0.4	0.0397	0.0002	0.013
2	0.129	0.01	0.426	0.01	0.41	0.0031	0.0006	0.01
3	0.08	0	0.136	0.01	0.05	0.0041	0.7207	0.002
4	0.209	0.01	0.566	0.01	0.19	0.0037	0.0005	0.011
5	0.046	0.37	0.161	0.2	0.22	0.0075	0.0003	6E-04
6	0.222	0.02	0.304	0.04	0.11	0.0231	0.2605	0.023
7	0.14	0.01	0.452	0.01	0.36	0.0095	0.0002	0.016

data	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
8	0.113	0.02	0.345	0.02	0.5	0.0008	0.0002	0.006
9	0.126	0.01	0.469	0.01	0.35	0.0173	0.0002	0.013
10	0.065	0.08	0.27	0.1	0.4	0.002	0.0002	0.077
11	0.231	0.01	0.316	0.02	0.12	0.0284	0.2525	0.024
12	0.275	0	0.629	0	0.08	0.0017	0.0003	0.005
13	0.129	0.01	0.426	0.01	0.41	0.0031	0.0006	0.01
14	0.135	0.01	0.21	0.01	0.07	0.0124	0.5538	0.004
15	0.055	0.01	0.107	0.01	0.05	0.0086	0.7538	0.01
16	0.352	0	0.57	0	0.07	0.0006	0.0007	0.003
17	0.198	0	0.559	0.01	0.22	0.0053	0.0005	0.003
18	0.112	0.01	0.407	0.02	0.42	0.0165	0.0002	0.014
19	0.114	0.03	0.342	0.11	0.16	0.0002	0.0001	0.246
20	0.221	0.01	0.431	0.02	0.23	0.014	0.0336	0.029
21	0.348	0.03	0.436	0.03	0.14	0.0018	0.007	0.011
22	0.132	0.01	0.474	0.01	0.34	0.0237	0.0002	0.01
23	0.352	0	0.57	0	0.07	0.0006	0.0007	0.003
24	0.072	0.01	0.125	0.01	0.04	0.0052	0.7204	0.016
25	0.268	0.07	0.391	0.08	0.17	0.0061	0.0103	0.002
26	0.348	0.03	0.436	0.03	0.14	0.0018	0.007	0.011
27	0.223	0	0.609	0	0.15	0.0051	0.0003	0.004
28	0.342	0.03	0.421	0.04	0.14	0.0107	0.0127	0.002
29	0.07	0.02	0.3	0.03	0.47	0.0621	0.0002	0.045
30	0.074	0.02	0.319	0.04	0.52	0.0139	0.0002	0.011
31	0.061	0.13	0.224	0.11	0.42	0.0003	0.0021	0.048
32	0.107	0.01	0.176	0.01	0.06	0.0094	0.6295	0.004
33	0.027	0.03	0.11	0.09	0.14	0.0002	6E-05	0.601
34	0.089	0.01	0.179	0.02	0.06	0.0209	0.592	0.022
35	0.119	0.01	0.447	0.02	0.35	0.0317	0.0002	0.022
36	0.365	0.02	0.449	0.03	0.11	0.0013	0.0048	0.015

data	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
37	0.222	0.02	0.304	0.04	0.11	0.0231	0.2605	0.023
38	0.352	0	0.57	0	0.07	0.0006	0.0007	0.003
39	0.113	0.02	0.369	0.02	0.45	0.0043	0.0072	0.021
40	0.206	0.01	0.279	0.02	0.1	0.0271	0.3463	0.015
41	0.066	0.01	0.119	0.01	0.04	0.0054	0.7364	0.016
42	0.285	0.11	0.371	0.09	0.12	0.0177	0.005	5E-04
43	0.337	0.04	0.418	0.05	0.14	0.0043	0.0098	0.003
44	0.352	0	0.57	0	0.07	0.0006	0.0007	0.003
45	0.177	0.02	0.508	0.03	0.26	0.0004	0.0003	0.005
46	0.042	0.07	0.166	0.08	0.63	0.007	0.0005	7E-04
47	0.087	0.03	0.333	0.04	0.45	0.0087	0.0002	0.047
48	0.083	0.02	0.336	0.03	0.48	0.0318	0.0002	0.022
49	0.079	0.02	0.329	0.03	0.45	0.046	0.0002	0.036
50	0.081	0.03	0.324	0.05	0.45	0.0051	0.0002	0.055

Tabel B.3 Parameter konsekuen ANFIS

p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8
-8.460	153.24	3.5297	-86.426	-4.6074	117.58	-11.026	-27.153
q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8
-3.453	-166.95	3.8107	124.74	-1.1147	-119.40	-4.7142	51.271
r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
0.996	202.75	-0.6298	-114.71	0.4691	-60.509	-0.8981	22.921
s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
-8.231	-76.388	5.7333	87.428	-9.9735	11.693	1.5583	140.833
t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
-6.093	10.806	4.9608	-1.79571	-5.12484	42.098	-10.569	81.799

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Fendi Tri Prasajo yang akrab disapa Fendi. Penulis merupakan anak ke-tiga dari tiga bersaudara, terlahir di kota Tuban pada tanggal 9 Mei 1994. Penulis menempuh pendidikan di SDN Kesamben 1 Plumpang Tuban lulus tahun 2007, SMPN 2 Plumpang Tuban lulus tahun 2010, dan SMAN 1 Rengel, Tuban lulus tahun 2013.

Pendidikan sarjana ditempuh di Jurusan Teknik Fisika ITS melalui jalur SNMPTN 2013 dan mendapat bantuan finansial dengan Program Bidik Misi. Pengalaman *internship program* selama 1 bulan di PT. Semen Indonesia Tbk. Tuban Jawa Timur. Bidang minat penulis dalam mengerjakan tugas akhir adalah instrumentasi. Penulis dapat dihubungi di email *fendi.prasajo@gmail.com*.